

FACULTÉ DE MEDECINE

Travail du Laboratoire de Physique Biologique

Professeur J. L. PECH

Action des Radiations sur la Division Cellulaire et les Mutations

THÈSE

présentée et publiquement soutenue à la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 27 Juillet 1935

PAR

Louis SAGOLS

Né le 6 Avril 1901 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

Licencié ès-sciences

Assistant chargé de la direction des Travaux Pratiques
de Physique Médicale

Assistant au Centre anti-cancéreux

Ex-aide d'anatomie

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Examineurs
de la Thèse

{ MM. PECH, professeur, président.
GRYNFELTT, professeur.
LAMARQUE, professeur.
LAUX, professeur.

assesseurs

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1935

ACTION DES RADIATIONS
SUR LA DIVISION CELLULAIRE
ET LES MUTATIONS

FACULTÉ DE MEDECINE

Travail du Laboratoire de Physique Biologique

Professeur J. L. PECH

Action des Radiations sur la Division Cellulaire et les Mutations

THÈSE

présentée et publiquement soutenue à la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 27 Juillet 1935

PAR

Louis SAGOLS

Né le 6 Avril 1901 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

Licencié ès-sciences

Assistant chargé de la direction des Travaux Pratiques
de Physique Médicale

Assistant au Centre anti-cancéreux

Ex-aide d'anatomie

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

Examineurs
de la Thèse :

{ MM. PECH, professeur, président.
GRYNFELTT, professeur.
LAMARQUE, professeur.
LAUX, professeur.

assesseurs

MONTPELLIER
IMPRIMERIE MARI-LAVIT
1, RUE DE SAUVAGES, 1

1935

PERSONNEL DE LA FACULTE

Professeurs

Anatomie
 Histologie
 Physiologie
 Chimie biologique et médicale
 Physique médicale
 Anatomie pathologique
 Microbiologie
 Pathologie et thérapeutique générales
 Thérapeutique et matière médicale
 Hydrologie thérapeutique et climatologie
 Hygiène
 Médecine légale et médecine sociale
 Pathologie médicale et clinique propédeutique
 Clinique médicale

MM. J. DELMAS
 Turchini
 L. HEDON
 CRISTOL
 PECH
 GRYNFELTT
 LISBONNE,
 BOSC
 BOUDET
 PUECH
 CARRIEU
 GAUSSEL
 GIRAUD
 VIRES, ass.
 RIMBAUD
 MASSABUAU
 RICHE
 P. DELMAS
 EUZIERE, doyen
 LEENHARDT
 MARGAROT
 ETIENNE
 JEANBRAU
 LAPEYRE
 VILLARD
 TERRACOL
 CABANNES
 LAMARQUE
 LAUX
 GRANEL

Clinique chirurgicale

Clinique obstétricale
 Clinique des maladies mentales et nerveuses
 Clin. des mal. des enfants et hyg. du premier âge
 Clinique de dermatosyphiligraphie
 Clinique chirurgicale infantile et orthopédie
 Clinique des maladies des voies urinaires
 Clinique gynécologique
 Clinique ophtalmologique
 Clinique d'oto-rhino-laryngologie
 Matière médicale (Ch. de c.)
 Radiologie (Ch. de c.)
 Anatomie (Ch. de c.)
 Histologie (Ch. de c.)

Honorariat

Doyen honoraire : M. MAIRET

Professeurs honoraires :

MM. RODET, TEDENAT, MAIRET, VALLOIS
 FORGUE, ESTOR, BERTIN-SANS et GALAVIELLE

Chargés de Cours Complémentaires

Pathologie expérimentale
 Pathologie externe
 Médecine opératoire
 Accouchements
 Clinique phthisiologique
 Clinique propédeutique médicale
 Clinique des maladies contagieuses
 tomatologie.

MM. PAGES
 AIMES
 SOUBEIRAN, ag. libre.
 COLL DE CARRERA
 GAUSSEL, prof.
 BOULET
 JANBON
 D^r WATON

Agrégés en exercice

Chirurgie

MM. AIMES
 MOURGUE -MOLINES
 GUIBAL
 ROUX

Médecine

MM. BOULET
 PAGES
 JANBON
 BAUMEL
 VIDAL
 COLL DE CARRERA
 CARRERE



Obstétrique

Bactériologie

Examineurs de la Thèse

MM. PECH, prof., président.
 GRYNFELTT, professeur.

MM. LAMARQUE, professeur.
 LAUX, professeur.

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A MA MERE

A MA GRAND'MERE

A TOUS MES MORTS

In memoriam

L. S.

A MA FEMME

*Pour l'immense réconfort
que je lui dois*

L. S.

A TOUS CEUX QUI M'AIMENT

PARENTS ET AMIS

L. S.

A MON JURY DE THESE

A MES MAITRES DE LA FACULTE DE MEDECINE

A MES MAITRES DE LA FACULTE DES SCIENCES

L. S.

ACTION DES RADIATIONS
SUR LA DIVISION CELLULAIRE
ET LES MUTATIONS

AVANT-PROPOS

Avant de parvenir au terme de cette longue vie d'étudiant où je me suis attardé avec complaisance, j'ai l'agréable devoir de remercier tous ceux qui m'ont aidé et m'ont accordé leur bienveillante sympathie.

Je tiens, avant tout, à assurer M. le Professeur PECH de ma très profonde reconnaissance. Je n'oublierai jamais tout le crédit qu'il m'a accordé quand il m'a accepté dans son laboratoire et quand il m'a fait entrer dans les Cadres de l'Enseignement. Il m'a permis de réaliser ainsi un rêve qu'une vocation très ancrée me faisait caresser depuis longtemps. Mon plus cher désir maintenant est de justifier ce crédit en imitant son enseignement si clair et si utile aux étudiants et en mettant à profit, dans mon travail personnel, la variété infinie de ses conceptions. Je le remercie, en outre, très vivement, d'avoir bien voulu présider mon jury de thèse.

En me faisant admettre au centre anticancéreux, M. le Professeur PECH m'a placé sous l'aimable autorité de M. le Professeur LAMARQUE, dans les services duquel je puise des connaissances précieuses. Toujours affable et empressé

quand les « Jeunes » font appel à sa science et à son expérience, ce maître est à la fois un guide sûr et agréable à suivre.

J'adresse à la mémoire de M. le Professeur GILIS mon souvenir ému : je ne saurais oublier que le premier laboratoire où je suis entré était le sien.

A côté de lui, j'ai trouvé M. le Professeur GRYNFELT et M. le Professeur J. DELMAS, qui, par leur enseignement, m'ont fait aimer la précision et la méthode.

Dans ce laboratoire d'Anatomie, j'ai trouvé aussi la précieuse amitié de M. le Professeur LAUX, le condisciple dont j'ai été le premier concurrent, et qui m'a si brillamment distancé depuis.

Ma respectueuse reconnaissance va à M. le Professeur BATAILLON, de la Faculté des Sciences, dont la pensée si puissante et l'enseignement si profond ont frappé mon esprit d'étudiant et déterminé mon goût pour la Biologie. Je le remercie très vivement d'avoir mis à ma disposition, pour cette thèse, les précieuses ressources de sa bibliothèque personnelle.

Parmi mes anciens Maîtres, il en est deux qui ont particulièrement influencé mon orientation, par leur enseignement si caractéristique. Ma pensée, en ce jour, va à la mémoire de M. le Professeur FLAHAULT, à ses leçons qui étaient des conversations souriantes et fines, le long des chemins de la campagne montpelliéraine, leçons où l'austère science était agrémentée de savoureuses anecdotes et de souvenirs multiples.

Enfin, je voudrais que M. le Professeur Jacques CURIE sache que « le petit docteur », comme il avait l'aimable fantaisie de m'appeler, n'a jamais oublié la magistrale clarté de ses exposés, qui mérite tant d'être prise en exemple.

INTRODUCTION

Notre intention est d'étudier l'action des radiations sur la division cellulaire, les modifications infinitésimales subies par les chromosomes, et les mutations ou variations qui en résultent.

Pour cette étude, nous n'avons point considéré l'action de toutes les radiations. Si nous n'avions craint d'employer un néologisme pour titre de travail, nous aurions intitulé le nôtre : *Action des radiations ultra-lumineuses sur la division cellulaire et les mutations*. C'est qu'en effet, nous avons limité notre bibliographie aux radiations d'une longueur d'onde plus petite que celle des dernières radiations visibles, et encore devons-nous préciser que, pour l'ultra-violet nous n'avons retenu que les travaux se rapportant directement à la division cellulaire, à l'exclusion de tous phénomènes généraux et de croissance. S'il nous arrive de parler de rayons caloriques et d'ondes hertziennes, ce ne sera qu'à titre de comparaison.

Précisons, en outre, que de nombreux travaux cités dans notre bibliographie ne nous sont connus que de seconde

main. Aussi, lorsqu'à propos d'un fait ou d'une idée, nous donnons une référence bibliographique, cela ne veut **pas** toujours dire que l'auteur cité soit le promoteur de l'idée ou le premier réalisateur du fait.

I

ACTION DES RADIATIONS SUR LA MITOSE

A. — ACTION EXCITANTE

1. — ACTION EXCITANTE DES FAIBLES DOSES

LOI D'ARNDT-SCHULTZ

Dès que furent découverts les rayons X par Roentgen, en 1895 et le rayonnement du radium par Becquerel-Curie, en 1896, les chercheurs voulurent connaître quels étaient leurs effets biologiques. Chacun dans sa spécialité essaya de se rendre compte de ce qu'on pouvait tirer de l'expérimentation faite avec ces nouveaux moyens d'investigation et les recherches s'amorçèrent dans des directions diverses. De nombreux auteurs voulurent connaître leur action sur la division cellulaire et la morphogénèse.

Si l'on irradie une cellule en mitose, les réactions peuvent être différentes suivant la dose employée, et nous envisagerons d'abord l'action spéciale des faibles doses. D'après certains auteurs, on constate, dans ce cas, une action excitante et les radiations entreraient dans le cadre général de la loi d'Arndt-Schultz. Pour d'autres, aucune influence spéciale ne devrait être reconnue aux petites doses et une controverse sépare les défenseurs de ces idées opposées. Cependant, il y a longtemps que l'action excitante des faibles doses a été décrite.

Déjà, en 1897, *Lopriore* étudiant l'action des rayons X sur *Valisnerea Spiralis*, avait décrit qu'une faible irradia-

tion d'une demi-heure accélérât les courants cytoplasmiques.

Maldiney et Thouvenin, en 1898 - a - b - mettaient en évidence l'action excitante des faibles doses de rayons X sur la germination, qui pouvait être jusqu'à trois fois plus rapide.

Bohn, en 1903 - b - étudiant l'action du radium sur les gamètes et la segmentation de l'œuf d'oursin, écrivait que le mouvement des blastules semble activé, et que les radiations gamma semblent agir sur la chromatine du noyau, en augmentant d'abord son activité, puis en la détruisant si l'exposition se prolonge.

Wintrebert, en 1906 a observé l'action de l'émanation du radium et des eaux radioactives sur la croissance des batraciens, et il conclut qu'à dose faible elles ont une influence favorable.

Lazarus, Barlow et Bonney, en 1909 recherchent plus spécialement l'action des radiations sur des œufs d'ascaris, et ils décrivent une accélération du rythme des divisions sous l'action des faibles doses.

Une action excitante a été décrite aussi par *Jappelli - 1914* - dans son étude sur l'action du Thorium X sur les cellules vivantes, et par *Miège et Coupé - 1914* - dans la description de l'action des rayons X sur les cellules végétales.

De même *Packard, en 1915 et 1916* soumet du matériel varié à l'action des rayons bêta et gamma, et il écrit que les rayons gamma accélèrent la segmentation des œufs d'*Arbacia*, sans provoquer d'anomalies.

Depuis cette époque, de nombreux travaux sont venus confirmer la loi d'Arndt-Schultz dans son application aux radiations. Nous nous contenterons d'en citer quelques-uns et, pour éviter une énumération fastidieuse, nous donnerons les résultats sous forme de tableau, portant le nom des auteurs, l'agent radiant, le matériel d'expérience et l'effet étudié (voir tableau 1).

TABLEAU 1

Confirmation de la loi d'Arndt-Schultz pour les radiations
ultra-lumineuses

AUTEURS ET DATES	RADIATIONS	MATERIEL ET EFFET ETUDIÉ
Arnaudi et Venturelli (1934)	Eaux radioactives	Ricinus. Accroissement
Arntzen et Krebs (1925) ..	Rayons X	Racines de pois
Aversenq, Debas, Jaloutre et Maurin (1924)	Thorium X	Œufs d'ascaris Germination Croissance de plantes
Barlow, Lazarus (1919) ..	Radium	Œufs d'ascaris Muqueuse rectale Muscles et cœur Peau
Coutelen (1929)	U. V.	Sable hydatique (évagina- tions, imaginations)
Daniel (1932)	Rayons X	Ovogénèse
Dustin (1932)	Rayons X	Tumeurs (cycles mitotiques)
Gatenhy, Murkeji et Vigo- du (1929)	Rayons X	Larves diverses (pupations)
Gayral (1926)	U. V. et Ry. X	Bactéries et champignons (croissance).
Iven (1925)	Rayons X	Croissance de végétaux.
Jungling (H.) et Langen- dorff (1930)	Rayons X	Vicia faba equina (rythmes cinétiques).
Lehman (1934)	Téléradio- thérapie	Stimulation fonctionnelle
Lillié et Baskerville (1922) a - b.	U. V.	Ovules d'oursins (activation chimique)
Love (1931) c.	Rayons X	Choroïde et sclérotique d'embryon de Poulet. Mi- toses.
Moore et Haskins (1932) ..	Rayons X	Graines de Pamplemousse floraison prématurée
Moppet (1929)	Rayons X	Allantoïde de Poulet.
Nadson et Stern (1930) ..	U.V. et Ry. X	Levures. Motilité du proto- plasma.
Nasset et Kojoïd (1928) ..		Cultures d'entamoeba dysen- teriae (pourcentage de mitose dou- blé ou quadruplé)
Nogier (1919)	Radium	Graines. Plantes plus vigou- reuses.
Richards et Goods (1919) ..	Rayons X	Gametes de Cumingia (pourcentage de dévelop.)
Strelin (1929)	Rayons X	Cœlenteres.
Zawarzin (1929)	Rayons X	Pelmatohydra oligactis (multiplication et régénéra- tion).

On voit que cette action stimulante des faibles doses peut être mise en évidence, non seulement en considérant son effet sur le rythme divisionnel, mais aussi en observant des réactions diverses.

Parmi les auteurs qui s'élèvent contre l'application de la loi d'Arndt-Schultz aux radiations, nous trouvons Ancel et son école. *Ancel et Vintemberger - 1924 - b - et 1925 - e* - ont étudié, à ce sujet, l'action des rayons X sur les œufs de Poule et de *Rana fusca*. Ils affirment que les radiations n'ont aucune action excitante à faible dose sur le développement embryonnaire.

Ancel, S. - 1925 - b - et 1926 - a - étudie les bourgeons cotylédonaire de la lentille qui apparaissent après irradiation. Pour cet auteur, le développement de ces bourgeons est une simple suppléance et n'est pas dû à un phénomène d'excitation. Toutes les fois que, dans une expérimentation, on est amené à conclure à l'existence de ce dernier, Ancel S. soutient que le phénomène n'est qu'apparent, et que l'erreur provient de ce qu'il n'a pas été tenu suffisamment compte des variations individuelles que peut présenter le matériel étudié.

D'autres auteurs comme *Bersa - 1928 - a - et Bianchi - 1929* - nient encore l'action excitante, et ce dernier explique l'apparence d'excitation par l'hyperhémie ; par le vieillissement des tissus jeunes provoqué par les radiations ; par une excitation due aux produits de lyses cellulaires ; et par l'hypertrophie du tissu de remplacement. *Czepa - 1924* - explique, lui aussi, cette apparence d'excitation par une action des nécrohormones. On a pu encore nier cette action excitante des faibles doses, en la recherchant dans des conditions expérimentales diverses (voir tableau 2).

TABLEAU 2

Infirmation de la loi d'Arndt-Schultz pour les radiations
ultralumineuses

AUTEURS ET DATES	RADIATION	MATERIEL	EFFET ETUDIÉ
Brunst et Scheremetjewa 1933	Ry. X	Patte en régénération	Croissance.
Canti (1930)	Ry. X	Cultures histologiques	Mitoses
CANTI et DONALDSON (1926)	Radium	Mitoses in vitro	Mitoses
CANTI et SPEAR (1927) . . .	Ry. X	Cultures histologiques	Mitoses
GAMBAROW (1925)	Ry. X	Fèves, cobaye, femmes	
JOHNSON (1931)	Ry. X	Plantes	
LALLEMAND (1930) b	Ry. X	Lens esculenta	Germination
NOBECOURT et JAUBERT DE BEAUJEU (1927)	Ry. X	Oeufs de vers à soie	
REISS (1925) b.	Ry. X	Bourgeons de plantes	Mitoses
Schwaz, Czepà et Schindler 1934	Ry. X U.V.	Végétaux supérieurs.	
Seide (1925)	Ry. X Radium	Oeufs d'ascaris	Mitoses
Strangeways et Hoopwood (1925)	Ry. X	Cultures in vitro	Mitoses

Il est à remarquer que quelques chercheurs ne nient pas complètement cette action excitante et qu'ils se contentent d'en donner une interprétation différente. Pour eux, elle n'est pas due à une action directe du rayonnement ; ce dernier serait toujours nocif à n'importe quelle dose, et l'excitation apparente serait due à un phénomène collatéral, comme l'hypertrophie d'un tissu de remplacement, ou à un phénomène secondaire, comme dans le cas d'excitation par nécrohormone. Mais nous remarquerons que, dans bien des cas, le tissu ou l'organe qui fait la suppléance ou celui qui a été soi-disant excité par une nécrohormone n'a pas été protégé des radiations, et alors rien ne nous autorise à penser que ces radiations ont été absolument sans effet sur lui.

A ces faits expérimentaux, on pourrait ajouter quelques considérations plus théoriques qui tiendraient compte du mécanisme d'action des radiations en biologie. A la base de ce mécanisme se trouvent les phénomènes d'ionisation qui entraînent des modifications chimiques et physico-chimiques importantes (*Fernau, 1925 - Wolfers, 1922 - de Broglie, 1923*), ainsi que des modifications de la charge des colloïdes et de leur état de dispersion (*Fernau, 1925*). L'ensemble de ces actions se produisant de part et d'autre des diverses membranes cellulaires, ou des diverses surfaces de contact de deux milieux différents, provoque des modifications dans les relations osmotiques (*Lieber, 1924*). Les échanges, eux aussi, sont donc modifiés. Si l'action des radiations est forte, c'est-à-dire si l'ionisation est importante, ces échanges seront perturbés et les modifications seront profondes. Si l'action des radiations est faible, au contraire, la légère ionisation produite va s'ajouter à celle qui accompagne normalement les modifications chimiques et physico-chimiques et les phénomènes vitaux seront activés.

Nous considérons d'ailleurs la loi d'Arndt-Schultz comme ayant une portée biologique générale, il serait donc étonnant que les radiations n'y obéissent point.

2. — RAYONS MITOGÉNÉTIQUES - EFFET GURWITSCH

Parmi les agents radiants qui peuvent augmenter le rythme mitotique, il en est un qui a été découvert par *Gurwitsch* en 1923. Il s'agit de rayons dits « mitogénétiques » qui seraient produits dans de nombreux cas que nous passerons en revue, et notamment au moment de la mitose elle-

même. Gurwitsch soumet une des faces d'une racine d'oignon à l'action d'une autre racine en position perpendiculaire à la première. La racine inductrice se présente donc par sa pointe à la racine induite, et l'on sait qu'à cette extrémité se trouve la zone d'accroissement qui contient des tissus à mitoses nombreuses. Si l'on pratique des coupes sur la racine induite, on trouve que le nombre des mitoses, sur l'hémi-racine induite tournée du côté de la racine inductrice, est beaucoup plus grand que sur l'hémi-racine diamétralement opposée. La zone exposée donne donc l'impression d'avoir subi une excitation. Gurwitsch a émis l'hypothèse de l'existence d'un rayonnement produit par la racine inductrice. Ces rayons tombant sur la racine induite y produiraient une accélération de la mitogénèse, d'où leur appellation de « RAYONS MITOGÉNÉTIQUES ».

a) *Production des rayons mitogénétiques*

Le fait ayant été décrit et le matériel étant facile à se procurer, de nombreux chercheurs voulurent se rendre compte du phénomène. Les publications se succédèrent, nombreuses, et les expériences furent faites avec du matériel varié. Nous avons vu que la pointe de racine d'oignon a été reconnue comme inductrice (*Gurwitsch - 1923*). Il en sera de même de tout territoire de tissu renfermant de nombreuses mitoses (*Gurwitsch - 1924 - b -*). L'effet mitogénétique a donc été recherché avec succès en employant comme inducteur : des larves, des embryons ou du tissu embryonnaire (*Gurwitsch A. - 1924 - a - ; Gurwitsch A. et L. 1925 - a - ; Rusinoff 1925 ; Holzmann 1931 ; Stempell et Romberg 1932*) ; la région céphalique du têtard (*Gurwitsch A. et L. 1925 - a - ; Anikin 1926*) ; des œufs d'oursins en segmentation (*Frank et Salkind 1927-1928 ; Salkind 1929 ; Frank et Kurepina 1930 ; Maxia 1933 - a -*) ; des œufs de

Protodrilus et de Saccocirrus (*Salkind, Potozky et Zoglina 1930 ; Salkin 1931*) ; ainsi que des Morula d'Axolotl (*Sorin et Kistjak-Statkewitsch 1928*). On a retrouvé encore cette radiation mitogénétique dans de nombreux cas où la division cellulaire peut être mise en cause comme inducteur. Citons les cultures de levures et de Bacillus Tumefaciens qui ont été très employées ; les cultures de Bactérium Coli (*Ferguson et Rahn 1933*) ; le tissu splénique (*Chrustschoff 1930*) et la moelle osseuse (*Siebert 1928 - a -* ; la métamorphose des Urodèles (*Blacher et Holzmann 1931*) ; celle des insectes (*Holzmann 1931*) ; la cicatrisation d'une plaie ouverte (*Bromley, 1931 ; Gurwitsch A., 1923*) ; la régénération de la queue d'Urodèle (*Blacher et Bromley, 1931*) et la régénération du ver de terre (*Samarajew, 1932*). Des recherches ont été faites également avec le tissu sarcomateux du rat (*Siebert, 1928 - a -*) ; avec du carcinome (*Gurwitsch, 1931 ; Braunstein et Heyfetz, 1933 ; Stempell et Romberg, 1932 ; Gurwitsch, 1933*) et avec toute autre cellule cancéreuse. On a d'ailleurs toujours observé un excellent effet mitogénétique avec les cellules de ces catégories (*Gurwitsch A. et L. 1932 ; Gurwitsch A. et L. et Kisliak Statekewitsch, 1929*).

L. et M. Gurwitsch, en 1924, annoncèrent que, dans leur expérience initiale le lieu de production des rayons mitogénétiques était non la pointe, mais la base de la racine. De là, la radiation se transmettrait jusqu'à la pointe. Cette constatation a amené les divers auteurs à penser que ce n'était point la mitose elle-même qui était « mitogénétique », mais que la radiation était produite probablement quand on se trouvait en présence de certaines réactions chimiques. Effectivement, de nombreuses expériences ont révélé, comme bons inducteurs : les phénomènes d'oxydation et de réduction (*Frank et Rodionow, 1932 ; Braunstein et Potozky, 1932 ; Kaunegiesser, 1931 ; Sorin, 1926 ; Petri, 1933 ; Siebert, 1928 - b -*) ; la glycolyse (*Kaunegiesser 1931*) ; la transformation du glucose en acide lactique (*Ponoma-*

rewa, 1931 ; *Potozki et Zoglina*, 1928) ; la fermentation alcoolique (*Ponomarewa*, 1931) ; la décomposition de l'acide nucléinique (*Gurwitsch A. et L.*, 1932 - a - b -) ; l'action de la soude sur l'acide chlorhydrique (*Wolff et Ras*, 1932 - b -) ; l'électrolyse et les piles d'oxydo-réduction (*Braunstein et Potozky*, 1934) ; les réactions entre gaz (*Ruyssen*, 1933 - a - b) ; le simple phénomène de dissolution d'un sel (*Wolff et Rass*, 1933) et, enfin, toute scission moléculaire quelconque (*Petri*, 1933).

On comprend, dans ces conditions, que dans la première expérience de Gurwitsch, c'était bien la base de la racine qui était le siège de l'induction, puisque c'est là que se produisaient les scissions moléculaires accompagnant l'utilisation des réserves contenues dans le bulbe d'oignon. Quant à la mitose elle-même, elle peut être mitogénétique, par les diverses modifications chimiques et physico-chimiques qui l'accompagnent dans son mécanisme intime.

Puisque l'effet Gurwitsch se retrouve toutes les fois que l'on a une transformation moléculaire, il sera provoqué par toutes les actions physiologiques et par les humeurs. Les muscles en travail ou la pulpe de muscles ayant travaillé ont été décrits comme inducteurs mitogénétiques (*Frank et Rodionow*, 1932 ; *Frank et Popoff*, 1929 - a - b - ; *Siebert*, 1928 - b - 1931 ; *Stempell et Romberg*, 1932). Il en est de même du cœur isolé ou des fibroblastes du cœur (*Chrustschoff*, 1930 ; *Salkind, Potoszky et Zoglina*, 1930 ; *Frank et Rodionow*, 1932) ; du sang normal (*Gesenins*, 1930 - a ; *Biddau*, 1932) ; du sang d'animaux en métamorphose (*Blascher et Liosner*, 1932) ; de l'hémolymph et de l'hépatopancréas des invertébrés (*Potozky, Salkind et Zoglina*, 1930) ainsi que des produits de résorption d'un transplantat (*Blacher, Woronzowa, Liosner et Samarajew*, 1931). Disons, enfin, pour terminer cette longue énumération, qu'on a même trouvé que le nerf sciatique excité est inducteur (*Zoglina*, 1934) et que le sciatique opposé à celui

qui est excité, émettrait, lui aussi, un rayonnement mitogénétique qui a un caractère de résonnance (*Gurwitsch L., 1934*) En outre à mi-distance de deux excitations faites sur un nerf, il y a annulation de l'effet Gurwitsch (*Schamarina, 1932*). Ont été décrits également comme inducteurs le nerf olfactif du brochet si on l'excite (*Wassilew, Frank et Goldenberg, 1932*), ainsi que le nerf optique et les lobes optiques, à la suite de l'éclairement intense de l'œil (*Gurwitsch A., 1932*). L'effet Gurwitsch a également été produit par les cellules de la cornée (*Gurwitsch L., 1931*), et il serait parfaitement démontré par de très nombreuses expériences que le simple regard le provoque (*Gurwitsch A., 1933*).

b) *Détection des rayons mitogénétiques*

Nous venons de voir quels sont les nombreux moyens dont on dispose pour produire un rayonnement mitogénétique. Mais pour en déceler la présence, il n'est pas nécessaire d'utiliser uniquement la racine d'oignon, premier détecteur employé par Gurwitsch. Elle a été souvent utilisée après lui, mais les cultures de *saccharomycès ellipsoïdeus* constituent un moyen de détection bien plus maniable. On recherche pour cela soit l'augmentation du nombre des cellules, soit l'augmentation du nombre de celles portant un bourgeon en formation (*Konarski, 1931 ; Tuthill et Rahn, 1933 ; Salkind et Ponomarewa, 1934 ; Gurwitsch et de nombreux auteurs*). D'une façon générale, des cultures microbiennes qui sont favorablement influencées par une exposition à un rayonnement mitogénétique, peuvent servir à le déceler (*Ferguson et Rahn, 1933 ; Sewerdzova, 1929*).

A côté de ces détecteurs d'un usage courant, citons-en quelques autres moins employés. *Schouten, 1932*, a décrit une stimulation de la germination des spores d'*aspergillus*

et de mucor, tandis que *Loos, 1930*, disait n'avoir obtenu aucun résultat sur les champignons inférieurs. *Brauner et Soru, 1933 - a* - décrivent une augmentation du nombre des mitoses dans la moelle osseuse, et une altération des chromosomes (*Brauner et Soru, 1933 - b* -). Des lésions cellulaires ont été également décrites par *Jaeger, 1931*, dans des cultures de fibrocytes irradiés. *Misra, 1934*, dit, au contraire, que des rayons mitogénétiques appliqués sur des tissus malades et enflammés, causent un tel effet sur le métabolisme cellulaire, qu'une réaction normale se produit et amène la guérison. Dans cet ordre d'idée, citons les résultats de *Wassermann, 1931*, qui a irradié des cellules dont les mitoses avaient été bloquées par la chaleur et dont la reprise mitotique s'est faite beaucoup plus vite. *Wolff et Ras, 1934*, ont également obtenu un plus grand nombre de développements après avoir soumis des œufs de *Drosophila* aux rayons mitogénétiques.

On a remarqué que beaucoup de phénomènes étaient à la fois inducteur et détecteur, et que des réactions chimiques ou physico-chimiques capables d'émettre un rayonnement mitogénétique pouvaient être influencées par un rayonnement identique. C'est ainsi que l'eau oxygénée libérerait plus rapidement de l'oxygène, quand on la soumet aux rayons de Gurwitsch. De même le nerf irradié devient inducteur à son tour (*Latmanisova, 1932*), la région du nerf soumise au rayonnement subissant un épuisement local (*Latmanisova 1934*).

Comme détecteur de rayons mitogénétiques, on peut encore employer les déformations produites sur les anneaux de Liesegang quand on soumet ceux-ci aux rayons de Gurwitsch (*Stempell et Romberg, 1932*). On sait que si on dépose une goutte de nitrate d'argent sur une couche de gélatine contenant du bichromate d'ammonium, il se forme un dépôt noir d'argent, suivant des anneaux concentriques très nets. Sous l'action des rayons mitogénétiques, les

anneaux les plus externes perdent leur symétrie parfaite. Ils sont brisés, incomplets et irréguliers (*Stempell, 1929*). Les premières expériences ayant été faites avec de la racine d'oignon, des auteurs pensèrent que les produits volatils que pouvaient émettre cet inducteur, risquaient d'avoir une influence sur l'effet Stempell. Effectivement, on pouvait obtenir les mêmes déformations en remplaçant la bouillie de racine d'oignon par un coton imbibé par du sulfure d'allyle (*Czaja, 1930*), ou par les substances volatiles émises par l'ail, l'oignon, la moutarde, le radis ou le raifort (*Tokin, 1930*). Ces faits sont confirmés par d'autres auteurs ou dans de nouvelles recherches des mêmes auteurs (*Siebert, 1930 - b - Tokin, 1931 ; Kowarczyk, 1931*). Dès 1930, Stempell avait reconnu cette cause d'erreur. Mais il répondait que les rayons mitogénétiques et les substances volatiles ne faisaient qu'additionner leurs effets (*Stempell, 1930 ; Stempell et Romberg, 1931*). Depuis, de nouveaux travaux ont paru d'après lesquels l'effet Stempell s'est parfaitement manifesté en employant comme inducteur des tissus normaux ou pathologiques, tel que le carcinome du rectum ou le muscle de grenouille broyé (*Stempell et Romberg, 1932 ; Stempell, 1933*) ; le sarcome et l'adéno carcinome du rat (*Roffo, 1934 - b -*). Comme, dans ces derniers cas, on ne peut invoquer l'influence d'un produit volatil, on peut penser que l'effet Stempell est positif pour les rayons mitogénétiques.

c) *Nature et longueur d'onde des rayons mitogénétiques*

L'existence de cette radiation étant reconnue, voyons quelle est sa nature et sa longueur d'onde. En 1923, *Gurwitsch* écrivait déjà que l'excitant spécifique de la division cellulaire était de nature vraisemblablement vibratoire ; qu'il se transmettait en ligne droite ; et qu'il pouvait subir

une véritable réflexion sur les obstacles qui s'opposaient à sa propagation. Sa longueur d'onde était localisée au-delà de celle de l'ultra-violet (*Gurwitsch A.*, 1923 ; 1924 - a - b - c). *Loos* confirma ces résultats en y ajoutant que la radiation mitogénétique était soumise aux lois de la réflexion et de la réfraction (*Loos*, 1930) et *Gurwitsch* attribue à cette radiation une longueur d'onde comprise entre 1900 et 2000 Angström (*Gurwitsch*, 1925 - c -).

Au moyen d'un prisme de quartz, avec un muscle en contraction comme inducteur, et de la levure de bière comme détecteur, *Frank et Popoff*, 1926 - b -, décrivent dans le spectre une bande comprise entre 2000 et 2400 Angström, avec un maximum entre 2000 et 2200 Angström. La détection par plaque photographique est impossible, car le rayonnement est trop faible et n'impressionne pas le nitrate d'argent (*Magrou J. et M. et Choucroun* 1929 - a ; *Taylor et Harwey*, 1931). Mais, si l'on remplace dans un spectrographe à quartz la plaque photographique par une culture de levures, contenue dans un récipient compartimé par des cloisons assez rapprochées, on peut dissocier les larges bandes primitivement décrites en une multitude de bandes plus étroites. Par cette spectrographie plus fine on est arrivé à démontrer que les phénomènes chimiques qui étaient mitogénétiques avaient des raies caractéristiques (*Gurwitsch A. et L.* 1934) qui permettaient de les dépister dans un phénomène complexe. C'est ainsi que la glycolyse, l'hydrolyse de la créatinine, la phosphatase, les oxydations et l'hydrolyse de la liaison peptidique, ont des raies qui leur sont propres (*Golischeva*, 1933). La décomposition de l'acide nucléinique présente une bande comprise entre 2460 et 2480 Angström (*Gurwitsch A. et L.*, 1932 - a -). L'action de la soude sur l'acide chlorhydrique nous en présente deux, l'une de 1960 à 1990 Angström et l'autre de 2260 à 2300 Angström (*Wolff et Ras* - 1932 - b). La fermentation alcoolique et la transformation du glucose en acide lactique ont

des raies de 1905, 1915, 1945, 1965 et 2175 angström (*Ponomarewa, 1931*). Ces faits étant établis, *Gurwitsch (1931)* est arrivé à déterminer dans le carcinome le spectre de la glycolyse et de la protéolyse tandis qu'il ne trouvait que celui de la glycolyse dans les cellules de la cornée.

Comme les ultra-violets, les rayons mitogénétiques traversent le quartz et sont arrêtés par le verre et la cellophane. Cette dernière cependant se laisse traverser sous une épaisseur de 0,03 mm. (*Borodin, 1934 ; Gurwitsch et Frank, 1927*). Comme les ultra-violets encore, nous avons vu qu'ils peuvent activer certaines réactions chimiques. Il restait à savoir si les ultra-violets pouvaient se comporter, sous certaines conditions, comme des rayons mitogénétiques. Pour le vérifier, *Frank, 1929* expose des racines d'oignons servant de détecteur, au rayonnement d'une source d'ultra-violet constituée par un spectrographe réglé à 2030 Angström. L'effet d'induction est de 18 % pour une intensité normale, et il peut varier de 20 à 39 % pour une intensité égale à 1/55 de cette intensité normale. Ces effets s'obtiennent avec 1 seconde d'exposition, tandis qu'il faut des poses de 8 minutes avec un inducteur constitué par une culture de levure. On trouve donc une identité d'action parfaite sur la mitogénèse, entre les ultra-violets de longueur d'onde égale à celle des rayons mitogénétiques et ces rayons eux-mêmes. Seule, la valeur du pouvoir d'action diffère : elle est beaucoup plus grande pour les ultra-violets.

d) *Mode d'action des rayons mitogénétiques*

Comment se produit et comment agit ce rayonnement mitogénétique ? Ce serait sortir du cadre que nous nous sommes imposé, que de discuter la possibilité de production d'un rayonnement ultra-violet par un phénomène chi-

mique comme, par exemple, une oxydation simple. Nous considérons ce fait comme prouvé par l'expérience.

Dans la mitose, on a ramené la production du rayonnement à l'oxydation d'un principe thermostable, la mitotine, par un principe thermolabile, la mitotase (*Loos, 1930*). Si l'on découpe, en effet, des morceaux de partie inférieure de bulbe d'oignon et si on les place dans de l'eau, on obtient une solution trouble dont on peut faire deux lots. Une portion est chauffée à 58-63 degrés, et l'autre est conservée à la température ambiante. Une heure après, ces deux solutions sont inactives, mais si on les mélange, on obtient un rayonnement mitogénétique (*Gurwitsch A. et L., 1925 - b ; Gurwitsch et Frank, 1927*).

Quant au mode d'action du rayonnement lui-même, Gurwitsch pense qu'il consiste à déclencher l'énergie accumulée dans la cellule pendant l'intercinèse, énergie destinée à accomplir le travail de la mitose, et cela en décomposant une substance hypothétique (*Gurwitsch A. et L., 1927 et 1928*). Il pense aussi qu'il raccourcit la période de latence de la réaction mitotique (*Gurwitsch A. et L. et Perelkina 1927*).

Puisque la radiation provoque une mitose qui produit à son tour un rayonnement, l'effet Gurwitsch va donc se transmettre de proche en proche dans un milieu vivant ou dans un milieu chimique en transformation. La vitesse de propagation de ce rayonnement secondaire a été mesurée sur la racine d'oignon (*Gurwitsch, 1931 - a -*) et sur le nerf. Elle se trouve être égale à celle de l'influx nerveux, soit 30 mètres à la seconde (*Latmanisova, 1932*). C'est par cette transmission de proche en proche qu'on s'explique pourquoi on peut rendre perméable aux rayons mitogénétiques un milieu imperméable à ces radiations, en y ajoutant des bactéries vivantes (*Wolff et Ras, 1932 - a -*).

Mais il existe des cellules qui se divisent sans recevoir d'excitation extérieure. Gurwitsch a été amené à supposer

que ces dernières possédaient un pouvoir mitogénétique primaire. La cellule cancéreuse posséderait au plus haut point le pouvoir d'émettre du rayonnement primaire. Il en est de même de la région céphalique des jeunes embryons qui dirige l'embryogénèse. Cette hypothèse se rapproche de celle de Spemann ou de Brachet sur le pouvoir directeur que possède la lèvre blastoporale ou le croissant gris sur la morphogénèse. Le centre organisateur ne serait qu'un lieu de production de rayons mitogénétiques primaires.

Gurwitsch, qui était parti de la simple induction mitogénétique, a vu son rayonnement décrit dans les principaux phénomènes biologiques. Il en est arrivé, pour sa part, à lui donner une importance capitale dans l'induction morphogénétique.

e) *Infirmation de l'effet Gurwitsch*

Il faut cependant dire que quelques auteurs nient complètement cette radiation, ou émettent quelques doutes sur son existence. Certains refusent à la racine d'oignon la propriété de bon détecteur, car même à l'état normal, cette racine pourrait présenter entre ses deux moitiés une différence du nombre de mitoses allant jusqu'à 50 % (*Taylor et Harley, 1931*). — *Moissejewa (1934)* pense qu'en introduisant dans un tube de verre la racine d'oignon, comme on est obligé de le faire dans les expériences pour éviter des modifications d'état physique, on lui impose une position rectiligne forcée, alors qu'elle fait naturellement un angle de 30 à 40°. Là serait la cause de l'asymétrie mitotique. Enfin *Rossmann (1928)*, pour éviter les difficultés du dénombrement des mitoses, se sert du clinostat pour essayer de voir si l'hyperplasie ne produit pas une courbure. Toutes ses recherches ont été nulles. Des résultats négatifs ont été également constatés en employant des cultures

de levures comme détecteur, cultures de *saccharomyces cerevisiae* et *ellipsoïdeus* (*Richards et Taylor, 1932*). Même en employant une technique plus délicate que la simple culture, *Rossmann (1929)* n'a aucun résultat positif. Il ensemeince des levures en lignes fines sur un milieu solide comme le maltagar. En soumettant son détecteur au rayonnement émis par des racines de pois ou d'oignon, il aurait dû constater un épaississement du trait d'ensemencement dans la zone irradiée. Or, rien de pareil n'a été constaté malgré 28 tentatives qui sont restées infructueuses. Si dans certaines expériences on croit trouver un effet d'induction, cela tient à ce que dans une expérimentation normale la variation du nombre des cellules est assez grande, et celle que l'on trouve en recherchant l'effet Gurwitsch ne dépasse pas la marge des écarts possibles (*Nakaidzumi et Schreiber, 1931*). Des inducteurs ou détecteurs divers ont été employés sans succès par d'autres auteurs (*Moissejewa, 1931 - a - b ; 1932 ; Doljanski, 1932 ; Kreuchen, 1934 ; Guttemberg, 1928*) et, tandis que *Pétri (1928)*, *Schwemmle (1929)* et *Moissejewa, 1931 - a - b*, ne font qu'émettre des doutes sur la réalité des rayons mitogénétiques, *Schwarz (1928)* en reprenant les expériences de Gurwitsch et après examen et numération de plus de 4000 mitoses, conclut que la théorie des rayons mitogénétiques ne peut pas être considérée comme un fait expérimentalement démontré. Des résultats négatifs ont été encore constatés en recherchant l'effet Gurwitsch dans des cultures de *Paramecies* (*Urbanowicz, 1928*) ; dans la cicatrisation d'une plaie ouverte de la membrane nictitante, en utilisant comme détecteur la cornée sous-jacente (*Frederikse, 1928*) ; en essayant de réactiver des œufs de vers à soie en hibernation (*Canonico, 1933*) ; ou en tentant de provoquer des divisions cellulaires chez des embryons de grenouille aux tout premiers stades du développement (*Bergauer, 1928*).

Tels sont les divers cas où les rayons mitogénétiques ont été contestés. Il faut néanmoins reconnaître que le nombre des publications qui en font état va tous les jours grandissant et, pour reprendre l'expression d'un auteur, nous pourrions dire « qu'il doit tout de même y avoir quelque chose ». On a recherché d'ailleurs ce rayonnement du point de vue physique pur, et certains auteurs comme *Rajewski* (1931) ont pu le mettre en évidence avec des appareils tels que le compteur de Geiger-Muller sensibilisé pour les ultraviolets (*Dessauer*, 1931). Disons toutefois qu'avec ce même appareil, *Schreiber et Friedrich*, 1930 ; *Seyfert* (1932) ; *Kreuchen*, 1934 ; ainsi que *Gray et Ouellet* (1934) ont obtenu des résultats négatifs. Et, pourtant, ceci ne permet pas de conclure à la non existence de cette radiation. Il est possible que les inducteurs employés n'aient émis qu'une intensité de radiation inférieure au seuil de sensibilité de l'appareil. C'est bien ce qui se passe lorsqu'on veut mettre en évidence ces rayons avec la plaque photographique. Elle n'est pas impressionnée, mais *Protti* (1932) a réussi à obtenir une impression en enfermant une pellicule très sensible dans des châssis tubulaires en quartz. Une partie de la pellicule reste cachée sous une gaine métallique et sert de témoin. En introduisant de pareils châssis en des points divers de corps d'animaux en expérience, il obtient l'impression de la pellicule.

En se plaçant dans des conditions particulières ou en opérant avec des inducteurs bien choisis, on peut donc obtenir un résultat positif. C'est ce qui s'est produit pour *Rajewski*, bien qu'il faille tenir compte, aux dires de *Gray et Ouellet*, 1934, de l'erreur possible introduite dans son expérience par la simple condensation de vapeur d'eau sur l'électrode externe de l'appareil.

Gurwitsch attribue la plupart des échecs à l'inexpérience des chercheurs, car le phénomène est délicat, et pour avoir un résultat positif, il faut posséder une grande pratique.

Nous avons donc vu qu'une faible quantité de rayonnement peut activer la division cellulaire, et que le rayonnement mitogénétique de Gurwitsch agit dans le même sens. Nous allons étudier maintenant les effets d'un rayonnement plus intense, sur la mitose et les perturbations qu'il va provoquer.



B. — ACTION AMITOTIQUE

3. — ARRÊT DE LA DIVISION CELLULAIRE APRÈS IRRADIATION

Si la durée d'irradiation est suffisante, l'arrêt de la mitose est généralement constaté. Les auteurs qui ont signalé ce fait sont très nombreux et nous nous bornerons à énumérer quelques travaux qui prouveront que le blocage de la division cellulaire peut se retrouver dans des circonstances très diverses. C'est ainsi qu'il a été décrit dans la cellule végétale, par *Mme Lallemant (1930 - a - b)* au cours d'une étude de l'action des rayons X sur la racine d'*Allium Cépa*, et par *Patters et Wigodu (1930)* sur la racine de haricot. De même les cellules indifférenciées de coelentérés soumis aux mêmes radiations, perdent leur pouvoir mitotique (*Strelin, 1929*). *Olivieri (1927)* décrit une inhibition des cytokinèses à la suite d'une irradiation d'œufs de batraciens (*Bufo Vulgaris*) et *Regaud, Lacassagne et Jovin (1925)* signalent la suppression des mitoses par les rayons X dans l'embryon de Poulet. Le même phénomène peut se retrouver dans des cultures de tissus traitées par irradiation ou par la chaleur (*Kemp et Juul, 1931 - a - b ; Juul et Kemp, 1933 ; Sittensfeld, 1926 ; Strangeways and Hopwood, 1926 ; Spear, 1931*), ainsi que dans des tissus en régénération chez des Planaires (*Barden et Baetjer, 1903*) ou chez le ver *Tubifex (Stone, 1933)*. On le constate égale-

ment dans le sarcome du Rat (*Love, 1931 - a - Mottram, Scott et Russ, 1926*) ainsi que dans toute cellule cancéreuse irradiée (*Lacassagne et Monod, 1922*).

Toutefois, certains auteurs signalent un simple retard apporté dans la mitose, sans blocage de celle-ci : (*Holwek et Lacassagne, 1930* - avec *saccharomycès ellipsoïdeus* ; *Perthes, 1904* - avec *ascaris megalocephala* ; *Rivera, 1928 - b* - avec *vicia faba* - ; *Strangeways et Oakley, 1933* - avec des cultures de tissus *in vitro*). Et *Robertson (1932)* n'obtient qu'une simple diminution du nombre des générations dans des cultures de flagellés soumises aux rayons X.

Mais il ne s'agit, dans tout cela, que d'une question de temps d'irradiation, car en augmentant la durée de l'exposition, on arrive toujours au blocage. En faisant varier la durée d'action de l'agent radiant, on trouve donc : d'abord, un effet excitant, puis, un ralentissement, et, enfin, un arrêt de la mitose. En réalité, si l'on exposait le matériel en expérience pendant un temps très court, on n'aurait aucune action, car on serait, à ce moment-là, au-dessous du seuil d'excitation. On peut en rechercher la valeur, ainsi que celle du seuil lethal, et il serait intéressant de savoir si ces deux seuils ont la même valeur pour toutes les cellules, et pour toute la vie d'une même cellule. C'est ce que nous allons étudier dans les chapitres suivants.

C. --- RADIOSENSIBILITE DIFFERENTIELLE

4. — LOI DE BERGONIÉ-TRIBONDEAU

De nombreuses recherches ont démontré que la radiosensibilité cellulaire n'est pas constante et qu'elle peut varier au cours de l'évolution des cellules et des tissus. *Perthes* (1903 - 1904) a signalé, le premier, la concordance entre la radiosensibilité d'un tissu et son activité de reproduction et, plus tard, *Regaud et Blanc* (1906 - a) écrivaient que « vis-à-vis des rayons X, comme vis-à-vis d'autres causes perturbatrices, la caryocinèse est un moment de moindre résistance » - La même année, *Bergonié et Tribondeau* (1906 - a), considèrent la radiosensibilité différentielle de la lignée séminale, de la glande interstitielle, et du syncytium sertolien dans le testicule. Se référant, en outre, aux constatations faites par des médecins sur la radiosensibilité plus grande de la cellule néoplasique par rapport aux tissus sains environnants, ils purent énoncer la loi qui porte leur nom et qui nous apprend que :

« Les rayons X agissent avec d'autant plus d'intensité sur les cellules :

1° Que l'activité reproductrice de ces cellules est plus grande.

2° Que leur devenir caryocinétique est plus long.

3° Que leur morphologie et leurs fonctions sont moins définitivement fixées.

De la première proposition de cette loi et des conclusions de *Regaud et Blanc* (1906 - a -), il découle nettement que la radiosensibilité augmente dans les cellules en mitose. Ces résultats ont été souvent confirmés et décrits par exemple chez des protozoaires par *Zuelzer et Philipp* (1925) ; chez *Endorina elegans* par *Halberstaeter and Luty* (1929) et *Halberstaeter et Luntz* (1930) ; chez l'ascaris par *Ruppert* - 1925 ; chez des chenilles de *sericicaria mori* par *Golowinskaja* - 1929 ; chez la drosophile par *Packard* - 1930 ; chez *Rana fusca* par *Vintemberger* - 1928 - b et *Hertwig G.* - 1911 ; chez la lapine par *Regaud et Lacassagne* - 1922 ; dans des cultures de tissus embryonnaires par *Cox* - 1931 et, enfin, sur des embryons de poulets par *Regaud, Lacassagne et Jovin* - 1925.

Notons, toutefois, que quelques auteurs ne confirment pas ces résultats. *Ancel* s'inscrit en faux contre cette loi, comme il l'a fait pour celle d'Arndt-Schultz. Avec *Vintemberger*, ils étudient l'action des rayons X sur des blastodermes de poule, et ils écrivent que les cellules en mitose ne sont pas plus radiosensibles que les cellules au repos (*Ancel et Vintemberger* - 1924 - a ; 1924 - c ; 1925 - c). Ils pensent que la première proposition de la loi de Bergonié-Tribondeau ne semble vraie que grâce à une apparence. L'irradiation provoquerait une radiolésion interne qui n'empêcherait nullement la cellule de continuer à vivre. Mais cette radiolésion serait un obstacle au travail supplémentaire à fournir au moment de la division cellulaire qui est une période de grande activité. La cellule serait incapable de fournir cet effort. Elle mourrait donc en mitose, ce qui donnerait l'illusion d'une hypersensibilité de ce stade. Il y aurait pour ces auteurs simple décalage entre le moment où se produit la radiolésion et celui de sa manifestation.

Ce serait là un simple effet de latence que l'on retrouve fréquemment dans les actions biologiques des rayons X et gamma. (*Ancel et Vintimberger - 1925 - a*).

La deuxième proposition de la loi nous apprend que les cellules qui sont à la tête d'une longue lignée mitotique ont une radiosensibilité plus grande. Ce sont, par exemple, des cellules comme les spermatogonies ou les ovogonies qui peuvent se multiplier indéfiniment dans la gonade avant de se spécialiser et avant de devenir des gamètes, ce sont encore les cellules cancéreuses à grande puissance de division (*Laborde - 1925*). Ces deux sortes de cellules donnent bien l'impression de ne jamais perdre leur pouvoir mitotique.

Dans la troisième proposition de la loi on trouve cette idée d'une lente disparition de la radiosensibilité des cellules, au fur et à mesure qu'elles atteignent, par des divisions successives, un stade de spécialisation avancé.

Regaud et Blanc - 1906 - a - décrivent l'extrême sensibilité des spermatogonies, surtout au stade du noyau poussièreux, et *Grigouff - 1930* fait la même constatation sur des ovogonies de lapines dont les ovaires ont été irradiés en période d'ovogénèse. Nous retrouvons donc ici une hypersensibilité des gonies mâles et femelles, mais ce n'est point au même titre. En somme, ces cellules sont doublement radiosensibles : d'abord parce qu'elles semblent pouvoir donner indéfiniment par division des cellules semblables à elles-mêmes et, ensuite, parce que ce sont des cellules indifférenciées. Les gonies obéissent donc bien, à la fois, à la deuxième et à la troisième proposition de la loi de Bergonié-Tribondeau.

Dans les tissus de jeunes embryons on trouve une décroissance parallèle, de la sensibilité aux radiations, et du nombre des cellules indifférenciées. Les embryons âgés

sont, de ce fait, beaucoup moins radiosensibles que les jeunes. Le fait a été confirmé par *Mavor* - 1927 et *Woskressensky* - 1928 chez la *Drosophile* ; par ce dernier auteur chez l'axolotl et par *Stachowitz* - 1914 sur l'axolotl et la grenouille; par *Hertwig* - 1911 chez *Rana fusca*; par *Hampel et Lechler* - 1931, et *Coxella* - 1930, chez les poissons; par *Heim* - 1928 chez la poule et par *Findley* - 1930; *Tooms* - 1929 et *Huet et Sobel* - 1930 - b dans l'embryon humain.

D'autres auteurs sont arrivés aux mêmes conclusions en étudiant des tissus d'animaux adultes, ainsi que des animaux inférieurs, ou des végétaux. *Iven* 1925 étudie l'action des rayons X sur les plantes, et trouve que les plantules plus âgées se sont montrées moins sensibles que les jeunes. *Nadson et Stern* - 1930 décrivent une plus grande sensibilité des jeunes cellules de levures par rapport aux plus âgées. *Strelin* - 1929 recherche l'action des rayons X sur des coelentérés, et constate que les cellules interstitielles indifférenciées sont très radiosensibles.

L'étude de l'action des radiations sur la régénération des Planaires et des Clavelines amène *Weigand* - 1930 aux mêmes conclusions. *Stone*, en 1929, étudie l'action des rayons X sur la régénération de *Tubifex*, et il trouve que les cellules les plus sensibles sont les néoblastes, cellules migratrices peu différenciées, qui jouent un rôle essentiel dans les néoformations de régénération.

Hinrichs et Genther - 1931 décrivent une hypersensibilité de l'appareil circulatoire en voie de développement et du système nerveux en voie d'organisation, sur des embryons de *Fundulus* irradiés aux rayons ultra-violets. *Dawson* - 1927, étudie l'action des rayons X et du radium sur la muqueuse intestinale du chien, et trouve que ces radiations sont surtout nocives pour les cellules en voie de différenciation.

Le spermatozoïde semblerait faire exception à cette règle. On serait tenté de penser qu'il est très radiosensible puisqu'il est indifférencié. Mais, en réalité, on peut le considérer comme ayant abdiqué pour un temps toute fonction reproductrice. Il est avant tout un agent de dissémination de l'espèce, et sa fonction motrice est bien spécialisée. Il doit donc être considéré comme une cellule différenciée pour une fonction bien déterminée, et comme tel, il devient plus radiorésistant.

Néanmoins, l'unanimité n'est pas absolue sur la confirmation des deux dernières propositions de la loi. C'est ainsi que *Gatenby, Mukerji et Wigodu - 1929* étudiant l'action des rayons X sur la spermatogénèse d'Abraxas, concluent à la plus grande radiosensibilité du spermatocyte à la phase de croissance, les spermatogonies et les spermatoïdes étant, d'après ces auteurs, moins sensibles. *Mohr - 1919* décrit aussi un stade hypersensible correspondant au plus jeune spermatocyte. Enfin, *de Renyi et Murphy - 1932*, attribuent à l'oocyte le maximum de radiosensibilité aux radiations.

Regaud et Lacassagne - 1922-1927 n'admettent que partiellement la Loi de Bergonié-Tribondeau. Pour eux, ses deux dernières propositions ne sont que des « corollaires inconstants » parce qu'on ne peut les vérifier sur des cellules, que si ces dernières sont, en même temps, en activité reproductrice. *Snyder - 1925 - a* - établit qu'il y a égale résistance des spermatozoïdes et des cellules très jeunes, dans le testicule du rat. *Seide - 1925 et 1926*, en irradiant des œufs d'ascaris et d'hydatine avec des rayons ultra-violets, trouve que les cellules germinales n'ont pas une plus grande radio-sensibilité.

Gasul - 1927 décrit, au contraire, une plus grande résistance des cellules jeunes par rapport aux cellules réticulo-endothéliales plus vieilles, dans l'étude de l'action des

rayons X sur du tissu splénique *in vitro*. *Nemenow - 1925-1926 - a* - conclut à la plus grande radiosensibilité des cellules vieilles. Il pense que puisque les radiations provoquent un vieillissement, les cellules vieilles, en fin d'existence, doivent être plus sensibles à cette action vieillissante.

Love - 1931 - b trouve que la radiosensibilité cellulaire est en rapport avec l'éloignement de la dernière mitose, et lorsque celle-ci n'est pas distante de plus de 3 heures, la radiosensibilité est constante dans des cultures de choroïde et de sclérotique d'embryon de poulet *in vitro*.

Quant à *Esdorn - 1925*, il estime que, contrairement à ce qui se passe chez les animaux, les végétaux ne présentent pas les mêmes périodes de radiosensibilité. Les cellules en voie de prolifération active, en particulier, ne sont pas plus radiosensibles.

Markowitz - 1928, fait une différence entre les cellules à division directe et celles à division indirecte. Chez les infusoires, il décrit une plus grande sensibilité pendant la période de vitalité minimale, et non pendant celle de reproduction active. Une même constatation a été faite par *Lacassagne et Hollweck - 1930*, qui ont décrit chez la levure *saccharomycès ellipsoïdeus* une plus grande sensibilité des éléments âgés et au repos, par rapport aux éléments jeunes, et à ceux qui sont en division.

On peut dire que la loi de Bergonié-Tribondeau a été vérifiée dans son ensemble, mais il faut tout de même retenir les objections faites par *Regaud et Lacassagne (1927)*. Il est certain que toute cellule à « long devenir caryocinique » est très radiosensible, mais ne l'est-elle pas surtout parce que son pouvoir mitotique est aussi très grand? Les gonies qui se trouvent dans un testicule ou un ovaire *avant* la période de gamétogénèse, sont-elles aussi radiosensibles que *pendant* cette période? Une cellule cancéreuse serait-elle aussi radiosensible, si, par un artifice quelconque on

pouvait en ralentir le rythme divisionnel ? Nous ne le pensons pas, et nous croyons que la deuxième proposition de la loi de Bergonié-Tribondeau doit être incluse dans la première. Celle-ci est, d'ailleurs, imprécise. Il est exact qu'une cellule a grande activité reproductrice, soit hyper-radiosensible, mais on ne nous dit pas quel est le stade cellulaire qui est hypersensible. On peut très bien concevoir une cellule qui aurait un rythme divisionnel accéléré, et qui serait, tels certains protistes, hyperradiosensible à l'intercinèse. Comme nous l'avons vu précédemment ce sont *Regaud et Blanc* - 1906 - a - qui ont localisé cette hyperradiosensibilité à la mitose elle-même et, bien mieux, à la caryocinèse, laissant entrevoir déjà un maximum de sensibilité correspondant aux phases moyennes de la division cellulaire. Ce n'est donc point en vertu de la loi de Bergonié-Tribondeau que l'on peut parler d'hyperradiosensibilité de la mitose elle-même.

5. — RADIOSENSIBILITÉ DES DIVERSES PHASES DE LA MITOSE

Si l'on étudie de plus près la radiosensibilité au cours de la mitose, on s'aperçoit qu'elle peut varier pendant les diverses phases mitotiques.

On sait qu'au moment où va s'amorcer une mitose, la chromatine s'organise en un long filament contre la membrane du noyau. Ce filament ou spirème, se scinde en un nombre déterminé de chromosomes, et la membrane nucléaire disparaît: c'est le stade prophasique. A la métaphase les chromosomes vont ensuite se placer dans un plan perpendiculaire au milieu de l'axe du fuseau. A l'anaphase, ils forment, clivés en deux suivant un plan

longitudinal, deux blocs parfaitement homologues qui vont s'acheminer lentement chacun vers un pôle du fuseau. Les chromosomes parvenus au centre de leur aster respectif, perdent leur aspect caractéristique, se gonflent en chromomères, et se fusionnent entre eux. Une membrane nucléaire réapparaît. On appelle ce stade la télophase mitotique. Quelle est la plus radiosensible de ces phases ? Les avis sont partagés.

Bersa - 1928 - a - dans son étude sur l'action des rayons X, sur les cellules radiculaires de Zéa Mays n'est pas très affirmatif, mais il faut remarquer que *Esdorn-1925*, a conclu à l'absence de radiosensibilité spéciale des cellules végétales en voie de prolifération active. Nous ne nous intéresserons pas aux végétaux pour cette question.

Strangeways et Hopwood - 1926, étudient l'action des rayons X sur des cultures de tissus. Ils pensent que les cellules végétatives traversent, immédiatement avant la prophase visible, une phase où les processus physiologiques sont particulièrement susceptibles d'être troublés. *Holthusen - 1922*, dans son étude sur l'action des rayons X sur les œufs d'ascaris, décrit une très grande radiosensibilité à la prophase, tandis qu'en télophase, après la division chromatique, cette sensibilité disparaît brusquement. *Love - 1931 - c* - qui s'occupe de l'action des rayons X sur les cellules de la choroïde et de la sclérotique d'embryons de poulet in vitro, conclut à la réduction du nombre des cellules en mitose, par une inhibition du début du processus mitotique. *Politzer - 1925*, décrit comme très radiosensible le stade du spirème et de l'aster, sur des œufs d'ascaris en segmentation. *Ruppert - 1925* localise le maximum de radiosensibilité au stade pronucléus, le temps pour obtenir la dose léthale est minimum à ce moment-là. *Strelin - 1929* conclut à la même fragilité prophasique chez des coelentérés. Des résultats identiques sont obtenus en employant

comme agent radiant, les rayons mitogénétiques émis par la digestion de l'albumine par le suc gastrique, et en utilisant comme récepteur l'épithélium cornéen de la grenouille. Il y a abaissement du nombre des spirèmes alors que le pourcentage des autres stades est plus élevé (*Salkind et Ponomarewa - 1934*).

Disons toutefois que *Gatenby, Mukerji et Wigodu - 1929* ont écrit qu'il ne leur a pas été possible de montrer que la prophase mitotique était exceptionnellement radiosensible dans leur étude de l'action des rayons X sur la spermatogénèse d'abraxas.

D'autres auteurs signalent une radiosensibilité élective à la métaphase, au stade de la plaque équatoriale (*Markowitz - 1928*). *Packard - 1916* arrive à cette même conclusion, en recherchant l'action excitante des faibles doses avec le radium, sur des œufs d'*Arbacia*. D'après lui, une irradiation forte et brève accélère la division à tous les stades, mais pendant la métaphase l'influence est plus accentuée.

Enfin, *Vintimberger - 1928 - a - ; 1930 - a -* revenant sur ses conclusions de *1924 - a - ; 1924 - c - ; 1925 - c -* reconnaît que la radiosensibilité de l'œuf de *Rana* aux rayons X, présente sa valeur la plus faible entre deux mitoses, lorsque le noyau possède la structure de repos. Elle augmente de valeur pendant la caryocinèse, de la prophase jusqu'à la fin de l'anaphase, période pour laquelle elle atteint une valeur maxima, qu'elle conserve pendant la télophase. Elle retombe ensuite à sa valeur minima.

En somme, les avis sont partagés, et la radiosensibilité maxima a été constatée, aussi bien à la prophase et à la métaphase qu'à l'anaphase.

Pour essayer de nous expliquer les raisons de tous ces phénomènes, nous allons étudier quel est l'état physico-

chimique des diverses parties de la cellule, au repos et en mitose. Au repos, le cytoplasme est un ensemble colloïdal très complexe, qui est à l'état de gel semi-fluide. Il est séparé par la membrane nucléaire du nucléoplasme, également complexe, et à l'état de gel semi-fluide ; dans celui-ci se trouve dispersée la chromatine, scindée en une multitude de fines granulations. Pendant toute l'intercinèse, chromatine, nucléoplasme et cytoplasme sont voués à un rôle végétatif. Il y a assimilation et croissance. Au moment de la mitose il se produit dans le noyau une absorption d'eau qui se traduit par le gonflement prophasique. Suivant *Della Valle - 1912*, cette absorption diminue le degré de dispersion de la chromatine, qui se sépare du suc nucléaire en formant une phase distincte. La formation du filament chromatique et des chromosomes serait donc un phénomène de précipitation ou de cristallisation (*Fauré-Fremiet - 1925*). La membrane nucléaire s'efface et le nucléoplasme se mélange au cytoplasme. Autour des centrosomes se forment les asters, dont la consistance est semi-solide, et qui peuvent se déplacer en bloc, dans un cytoplasme encore semi-fluide. La sphère qui est au centre de l'aster est fluide, et les rayons visibles seraient des canaux amenant jusqu'à la sphère le cytoplasme resté fluide, et cela, jusqu'au développement maximum de l'aster. Entre les canaux, le cytoplasme est pris en gelée et donne sa rigidité à l'ensemble. La fluidité du cytoplasme reparaît à l'équateur de la cellule, après l'anaphase, et la constriction cellulaire apparaît en même temps que la télophase. Pendant tout ce temps, les chromosomes sont restés en phase distincte. Après leur scission et l'ascension polaire, ils vont se regonfler en chromomères, qui se fusionneront pour redonner un noyau au repos, autour duquel réapparaîtra la membrane nucléaire. Toutes ces transformations ne sont que la traduction de modifications dans l'état colloïdal du cytoplasme, du caryoplasme et de la chromatine.

Or, on sait que l'action ionisante des radiations, influe sur la constitution des colloïdes, en modifiant leur phase dispersée et leur charge (*Fernau - 1925*). Les rayons bêta ajoutent leur action à celle des cathions pour précipiter les colloïdes positifs (*Henri et Mayer - 1903 - a -*). D'après *Zuelzer et Philipp - 1925* - la différence de radiosensibilité peut s'expliquer par l'état colloïdal, parce que les cellules dont les colloïdes sont très dispersés sont plus radiosensibles. De même que, des différences de radiosensibilité peuvent se manifester suivant l'état d'inhibition du matériel en expérience (*Lallemand - 1930 - b -*).

Les radiations vont donc précipiter les colloïdes très dispersés, et avoir une action élective sur les gels semi-solides, dont les charges sont plus élevées que celles des gels semi-fluides ou des sols.

On comprend, dans ces conditions, que, durant la mitose, le maximum de radiosensibilité se manifestera, tant que durera dans la cellule une prédominance de l'état de gel semi-solide sur l'état de gel semi-fluide, c'est-à-dire : pendant la prophase, au moment de l'expansion de l'amphiaster, et à la métaphase, quand l'ensemble amphiaster et fuseau est encore bien formé et volumineux. Enfin, la radiosensibilité diminuera à partir de l'anaphase et de la télophase, au moment de la disparition des stries astériennes, alors que tout dans la cellule retourne à l'état de gel semi-fluide que l'on trouve à la période de repos.

Cependant, la chromatine semblerait faire exception à ces constatations, puisqu'elle semble être à l'état plus dispersé dans le boyau intercinétique que dans la cinèse, où elle est agglomérée en chromosomes. En réalité, il n'en est rien. Nous pouvons considérer la chromatine intercinétique, comme réduite en fines granulations destinées à faciliter l'assimilation par la grande surface affectée aux échanges ; tandis que dans le filament chromatique et les chromoso-

mes, on doit considérer la chromatine comme une phase distincte organisée en un véritable gel autonome, consistant et formant un bloc aussi radiosensible que l'est l'ensemble : fuseau-amphiaster.

Toutes ces considérations nous aident à comprendre les raisons, de la plus grande radiosensibilité des cellules en mitose, par rapport aux cellules au repos, et de la sensibilité élective, de la prophase, de l'anaphase et de la métaphase.

En tenant compte des mêmes faits expérimentaux, ne pourrait-on pas s'expliquer aussi, les raisons de la plus grande radiosensibilité des cellules jeunes par rapport aux mêmes cellules plus âgées, phénomène assez souvent prouvé et entrant dans le cadre des deux autres propositions de la loi de Bergonié-Tribondeau ?

Au cours de la vie cellulaire, la dispersion des colloïdes diminue lentement, et le vieillissement ne serait qu'une lente précipitation des micelles à la suite d'une lente accumulation de produits toxiques non éliminés. Le phénomène peut se terminer de deux façons : ou bien la précipitation continue jusqu'à la mort de la cellule, ou bien celle-ci, par un mécanisme mal élucidé encore, entrera en division. Pendant cette dernière opération, il se produit une modification dans les membranes telles, que leur perméabilité se trouvant modifiée, une véritable désintoxication massive se produit. Les colloïdes cellulaires revenant à leur dispersion première, une vie nouvelle recommencerait.

La mitose doit donc être considérée comme le signe d'un vieillissement de la cellule (*Sokoloff* - 1926) et comme la mort de la cellule-mère et la naissance de deux cellules-filles. Si nous considérons le potentiel vital d'une cellule, nous voyons qu'il est maximum dès le début d'une prophase, pour devenir minimum avant la prophase de la mitose suivante. La valeur de ce potentiel V suit donc les fluctuations de l'état de dispersion des colloïdes cellulaires. Si

nous irradiions une cellule, l'expérience nous apprend que nous allons favoriser la précipitation des micelles et cela avec d'autant plus de facilité que la dispersion sera plus grande. Une jeune cellule sera donc plus radiosensible qu'une cellule vieille, et l'on peut dire que la radiation va produire un vieillissement. C'est exactement la conclusion à laquelle arrivent quelques auteurs (*Reiss - 1925 - b ; Nadson - 1925 ; Regaud et Lacassagne - 1932*). D'autres, tels *Nadson, Rochline-Gleichgewicht - 1926 - a*, décrivent dans des cellules épithéliales d'écaillés d'oignons, irradiées aux rayons X, des modifications du chondriome, absolument comparables à celles que l'on trouve dans les cellules vieillissantes et *Pekarek - 1927* décrit un meristème de *Vicia faba*, qui perd progressivement son caractère embryonnaire après action des rayons X, pour prendre l'aspect de tissu adulte. *Rivera - 1928 - b*, irradie au radium des *Vicia faba*. Il constate d'abord un arrêt du développement, suivi d'un réveil de courte durée. Après celui-ci, la plante meurt ou bien fleurit et fructifie prématurément.

Notons en passant que *Nemenow - 1925 ; 1926 - a ; 1926 - b - a* voulu se servir de ce vieillissement provoqué par les rayons X pour expliquer, contrairement à la majorité des auteurs, que les cellules vieilles sont plus radiosensibles. D'après lui comme l'action des rayons X épuise rapidement l'énergie vitale, les cellules vieilles qui en ont peu la perdent plus facilement, et sont donc plus vulnérables. Cette hypothèse ne tient pas compte du fait expérimental qui prouve que la précipitation est obtenue d'autant plus vite que l'état colloïdal est plus dispersé. La vitesse de précipitation varie donc en raison directe de l'état de dispersion. Elle sera faible si l'on cherche à précipiter un colloïde à grosses micelles, et c'est précisément le cas des vieilles cellules. La radiation peut provoquer un vieillissement, sans que pour cela on puisse dire que la cellule vieille est plus radiosensible.

Ce vieillissement provoqué, peut servir à expliquer la loi d'Arndt-Schultz dans son application aux phénomènes mitotiques. Si nous considérons l'action du rayonnement sur une seule cellule, nous voyons d'abord que la diminution du potentiel vital produit par une irradiation d'une durée inférieure à la durée lethale, provoque le vieillissement et nous rapproche dans le temps, de la mitose, qui se serait produite sans l'irradiation. Pour l'observateur, cette dernière a donc bien provoqué une mitose, à un moment où on ne l'attendait pas encore. Il y a donc bien un effet excitant. Si nous considérons maintenant l'action du rayonnement sur une masse cellulaire hétérogène dont les cellules sont, à des âges divers, nous devons envisager, outre ce qui précède, le fait que les cellules seront d'autant plus vieilles qu'elles auront été frappées par la radiation, à un âge plus jeune. On conçoit alors que, dans ce cas, il y ait tendance à l'égalisation des âges et à la simultanéité des mitoses, dans des cellules qui, primitivement auraient dû se diviser en des temps différents. On va donc créer des ondes de mitoses, comme en a décrit Gurwitsch dans ses expériences, et comme on en trouve également dans le cancer. Dans ce cas également, l'observateur va noter, un effet excitant manifeste, de la faible dose de radiation.

Et les cellules indifférenciées ? Et les cellules à long devenir caryocinétique ? Nous n'avons point trouvé de travaux nous donnant des précisions sur l'état de dispersion de leurs colloïdes, et nous en sommes réduits aux hypothèses.

Par analogie avec ce que nous savons sur l'état des colloïdes d'une cellule jeune, nous pouvons supposer, sans risquer une critique trop vive, nous semble-t-il, que l'état de dispersion des colloïdes est d'autant plus grand dans une cellule que celle-ci est plus indifférenciée. On conçoit difficilement, en effet, qu'une cellule, destinée à donner

naissance par différenciations successives, à un être aussi compliqué qu'un mammifère supérieur, soit formée d'un colloïde à faible dispersion, presque figé et ne pouvant donner naissance qu'à un colloïde identique à lui-même. Nous pouvons donc admettre une corrélation entre la dispersion des constituants cellulaires colloïdaux, et le pouvoir de différenciation des cellules.

Ainsi, nous retrouvons les mêmes raisons pour expliquer la radiosensibilité élective des cellules jeunes et des cellules indifférenciées. Soit D le potentiel de différenciation d'une cellule quelconque, et V le potentiel vital. Lorsque V est nul et que la cellule est par conséquent morte, la radiosensibilité R_s est forcément nulle. Mais lorsque D est nul, dans le cas d'une cellule très différenciée par exemple, R_s est uniquement fonction de V. D'autre part, quand V et D ont une valeur maxima, dans une gonie en division par exemple, on a nettement l'impression que R_s est beaucoup plus grand que ne le serait la simple somme $V + D$. Aussi pensons-nous que la radiosensibilité d'une cellule quelconque, est fonction du produit de V par D et que l'on peut approximativement écrire :

$$R_s = V + VD$$

Quand D est nul, la radiosensibilité reste fonction du potentiel vital, et quand ce dernier est nul, tout disparaît puisque la cellule disparaît elle-même.

6. — ACTION DES RADIATIONS SUR L'EMBRYOGÉNÈSE

Nous savons donc maintenant, que si l'on irradie une masse cellulaire hétérogène, seules, vont être lésées les cellules jeunes et les plus indifférenciées. Si nous utilisons comme objet d'étude un embryon en voie de développe-

ment, par irradiation appropriée, nous pouvons détruire les cellules en voie de différenciation, ou en mitose au moment de l'irradiation. Nous aurons donc ici une radiosensibilité différentielle grâce à laquelle, pour une irradiation donnée, certains tissus seront détruits et d'autres respectés. Si la proportion des parties respectées est assez grande pour permettre la survie de l'ensemble, il va se former des anomalies de développement et il y aura production de monstruosité.

Mais il existe un fait très intéressant à mettre en évidence. Supposons que nous ayons un groupe cellulaire A, qui doit donner naissance, dans un développement embryologique, à deux groupes cellulaires, *a* et *a'*. Supposons *a*, en voie de différenciation active, et *a'*, à l'état de simple croissance. Si nous irradiions l'ensemble *a* et *a'*, *a*, sera plus radiosensible d'après ce que nous avons vu précédemment, et pour peu que l'irradiation soit suffisante, *a* sera détruit. Il s'en suivra une monstruosité. Mais si nous irradiions A avant qu'il ne donne *a* et *a'*, avec une dose suffisante pour le léser sans le détruire, il va continuer à croître et à se différencier. Mais il ne donnera plus que des cellules du type *a'*. Nous ne trouverons plus trace de cellules du type *a*. Tout se passe donc, dans A, comme si ce qui allait donner *a*, par différenciation, se trouvait déjà bien défini et plus radiosensible.

Nous nous trouvons là en présence d'un phénomène voisin de celui des localisations germinales. On sait que dans certains œufs on peut déterminer avant la segmentation les diverses zones qui seront destinées à former telle ou telle partie de l'embryon. Dans le phénomène qui nous occupe, il n'est pas question de radiosensibilité différentielle concernant la topographie de l'œuf, mais de la radiosensibilité différentielle des divers constituants cellulaires, qui sont déjà *prédestinés* aux deux cellules filles. Si l'on irradie aux rayons X des embryons de grenouille, comme

l'a fait *Baldwin - 1920 - a* - a des stades divers, depuis le stade 2 jusqu'au stade neurula, on obtient des embryons présentant toujours les mêmes anomalies. C'est donc que tout ce qui est hyperradiosensible au stade neurula, l'était au stade 2 et se trouvait déjà *différencié* dans les deux cellules de ce stade.

On peut ajouter, d'après de nombreuses expériences, que les mêmes anomalies se seraient produites si, au lieu d'irradier les embryons au stade 2, on avait irradié les gamètes, ou un seul des gamètes avant la fécondation. On peut même remonter plus haut puisque *Bagg - 1925* obtient une anomalie des yeux, couramment observée après irradiation d'un embryon très jeune, chez des descendants de parents soumis aux rayons X. Dans ce cas, il a irradié non seulement les gamètes mais aussi les cellules-mères de ces gamètes. On ne trouve donc aucune discontinuité dans l'effet produit en irradiant, soit, les gonies, les cytes, les gamètes, le produit de fécondation, soit, l'embryon aux divers stades, blastula, gastrula ou neurula.

Voyons maintenant quelles sont les principales anomalies ou monstruosité produites par irradiation d'un embryon. *Baldwin - 1920 - b* - note une absence de coordination dans la morphogénèse, ainsi qu'une suspension de la différenciation cellulaire. Ceci est confirmé par *Tur - 1903* qui trouve que des cellules ectodermiques, situées sur la ligne primitive, et qui devraient contribuer à la formation des lames médullaires, continuent leur multiplication sans différenciation, et donnent un épaississement ectodermique.

De nombreux auteurs ont constaté la radiosensibilité de l'ectoderme (*Tur - 1908 - b - ; 1910 ; Olivieri - 1927*), mais ce qui est le plus hypersensible chez l'embryon, ce sont les dérivés de l'ectoderme donnant naissance à la gouttière médullaire, à l'encéphale et aux organes des sens. *Bagg - 1922* décrit une atrophie des hémisphères cérébraux en

irradiant au radium, des femelles de rat avant le terme de la grossesse. *Baldwin - 1920 - b*, signale des altérations cellulaires dans les vésicules cérébrales de grenouille, irradiées au stade 2 par les rayons X, et *Mme Hinrichs - 1925* constate des malformations du système nerveux chez des embryons de *Fundulus*, irradiés aux rayons ultra-violets. D'autres auteurs comme *Lacassagne et Desclin - 1928* arrivent aux mêmes résultats avec des embryons de grenouille ou, comme *Olivieri - 1929*, avec des embryons de *Bufo Vulgaris*. *Stachowitz - 1914* opère sur des embryons d'axolotl et de grenouille; *Tur - 1905* et *1910* sur des embryons de Roussette (*cyllium canicula*) et sur des embryons de poule (1907). Ils constatent toujours des anomalies des hémisphères cérébraux et du névraxe. Notons, en passant, que les cellules épendymaires peuvent dégénérer ou au contraire, proliférer, jusqu'à former des espèces de tumeurs qui proéminent dans les cavités ventriculaires (*Stachowitz - 1914*).

Les dérivés du système nerveux se sont montrés aussi très radiosensibles. La vésicule oculaire et la cupule rétinienne ont montré de nombreuses anomalies ou ne se sont point développées. Nous avons déjà vu que *Bagg - 1925* note une anomalie des yeux chez des descendants de souris dont les ascendants avaient été irradiés aux rayons X. Des résultats identiques sont obtenus par *Baldwin - 1920 - b* - en irradiant des grenouilles au stade 2 ; par *Coxella - 1930*, en irradiant aux rayons X des embryons de *Teleosteens* ; par *Lacassagne et Desclin - 1928* en irradiant aux rayons α du polonium des embryons de grenouille ; ainsi que par *Stachowitz - 1914*, en irradiant des embryons d'axolotl et de grenouille. *Baldwin - 1920 - b*, signale des anomalies dans la formation de la vésicule auditive et *Lacassagne et Desclin - 1928* des malformations variables de l'organe olfactif, *Mme Henrichs - 1925* décrit, enfin, des anomalies

des organes des sens en général, en irradiant aux rayons ultra-violetes des œufs fécondés de *Fundulus*.

Quelques auteurs s'occupent de l'hypersensibilité de l'endoderme. *Ruppert* - 1925 irradie aux U. V. des œufs au stade 2 et à d'autres stades. Pour expliquer les anomalies de la gastrulation que nous reverrons plus loin, il conclut à une hypersensibilité des cellules endodermiques et *Olivieri* - 1927 explique, lui aussi, la dégénérescence de divers organes, obtenue par irradiation aux rayons X d'œufs segmentés de *Bufo Vulgaris*, non seulement par la radiosensibilité élective de certains dérivés ectodermiques, mais aussi de l'endoderme.

A côté de quelques travaux se rapportant à l'hypersensibilité de l'ectoderme et de l'endoderme, on en trouve de nombreux décrivant une atteinte du mésoderme. Le fait a été signalé chez la grenouille par *Baldwin* - 1920 - b ; *Vintimberger* - 1928 - c - d ; *Hertwig* - o - 1909 ; *Stakowitz* - 1914 ; chez l'*Axolotl* par *Hertwig* - 1909 ; *Woskressensky* - 1928 ; *Stackowitz* - 1914 ; chez la *Drosophile* par *Woskressensky* - 1928 ; ainsi que dans les prosomites et les protovertèbres de poule (*Tur* - 1903 - 1907) ; dans le système musculaire de la grenouille et du crapaud (*Benedetti* - 1929) ; dans l'appareil circulatoire de *Fundulus* (*Mme Henrichs* - 1925) et enfin dans le rein ou le pronephros (*Bagg* - 1925 et *Baldwin* - 1920 - b).

Des malformations diverses ont encore été constatées : anomalie de la région branchiale chez la grenouille (*Lacassagne et Desclin* - 1928) ; atrophie des branchies chez l'*Axolotl* (*Woskressensky* - 1928) ; anomalie des pattes chez la *Drosophile* (*Geigy* - 1927) ainsi que de l'extrémité des membres de la souris, sous forme de syndactylie ou de polydactylie (*Bagg* - 1925) ; malformations de la queue chez *Fundulus* (*Mme Henrichs* - 1925) ; variations dans la grandeur de la membrane natatoire chez la grenouille ou le

crapaud (*Bohn* - 1903 - *a*) ; ou perte de la queue chez les embryons de Teleostéens (*Coxella* - 1930).

On a décrit également des embryons ayant des malformations dissymétriques produisant une incurvation générale du corps ou de la queue (*Baldwin* - 1920 - *b* - chez la grenouille) ; (*Coxella* - 1930 - chez des embryons de Teleostéens) ; (*Higgins et Sheard* - 1926 - chez *Rana Pipiens* irradiée aux U. V.) ; ou encore des embryons présentant une hydropsie généralisée (*Oliviéri* - 1927 - chez *Bufo Vulgaris*) ; (*Woskressensky* - 1928 - chez l'axolotl) ; (*Stachowitz* - 1914 - chez l'axolotl et la grenouille).

L'action des radiations peut ne se manifester qu'en dissociant les premiers blastomères, qui, de la sorte, vont évoluer à part et donner naissance à des êtres jumeaux. Cette dissociation peut ne pas être générale et n'exister que sur un certain nombre de blastomères. Cela donne ainsi naissance à des monstres doubles ou jumeaux partiels. De pareilles constatations ont été faites par *Mmes Hinrichs et Genther* - 1931 - qui ont irradié aux rayons ultra-violets de jeunes embryons de *Fundulus*.

Il est à remarquer que les malformations couramment obtenues sont très souvent identiques, quel que soit l'agent radiant employé et le matériel mis en expérience. Cela avait déjà été noté par *Tur* - 1908 - *a* - qui émettait l'idée de la constance des effets teratogènes du radium, sur des embryons d'animaux différents comme le Canard, la Poule et la Roussette. On a également constaté d'une manière générale, que les malformations sont d'autant plus marquées que l'irradiation a été faite à un stade plus jeune, et c'est là une application de la troisième proposition de la loi de Bergonié-Tribondeau.

Il serait intéressant de noter ici l'action des radiations sur la segmentation, et surtout sur la gastrulation. Mais les résultats obtenus sont les mêmes lorsqu'on irradie les gamètes avant fécondation. D'autre part, la gastrulation

ainsi que la segmentation, sont fonction de l'intégrité de la chromatine du noyau, aussi renvoyons-nous cette étude à la seconde partie de notre travail.

7. — RAYONS MITOGÉNÉTIQUES — EFFET MAGROU

L'influence des rayons mitogénétiques sur l'embryogénèse, mérite une mention un peu spéciale. Leur action sur la mitose étant nettement accélératrice, des auteurs ont pensé que cette accélération devrait se manifester aussi sur la durée de la segmentation. C'est bien ce qu'a montré *Maxia - 1932 - c* - sur des larves d'oursin et *Magrou - 1934 - a - b* - en irradiant des œufs durables du Moustique *Aedes Aegypti*, chez lequel l'éclosion est déclenchée prématurément. Mais ce dernier auteur, en collaboration avec *Mme Magrou - 1927* avait déjà recherché cette accélération du développement, sur des œufs d'oursins fécondés. Le résultat obtenu ne fut nullement celui qui était prévu. Aucune accélération de la segmentation ne fut observée. Au bout de 48 heures de culture, les plutei d'Oursin ne ressemblaient en rien aux témoins. Ils étaient globuleux, à bras courts ou complètement absents. Cette exposition à des rayons mitogénétiques dont la source peut être très variée : cultures de *bacterium tumefaciens* et de levures, ou oxydations diverses, pouvait donc provoquer une altération du développement. C'est ce que l'on appelle l'effet Magrou. Il a été constaté plusieurs fois par *Magrou - 1929 - a - ; 1931 ; 1932 ; 1934 - a - b - ; Magrou et Magrou, 1927 ; 1930 ; 1931 ; et Magrou, Magrou et Choucroun, 1929 - a - b*.

Une étude détaillée de ces larves aberrantes a montré, en plus de l'absence de bras, un envahissement de leur

cavité centrale par une prolifération de cellules mésenchymateuses (*Magrou et Magrou 1928 ; Magrou, 1931*). C'est ce qui leur donne cet aspect globuleux, et ce qui trouble profondément leur embryogénèse normale. Des résultats absolument semblables peuvent être obtenus en irradiant, non plus l'œuf fécondé, mais le spermatozoïde ou l'œuf avant fécondation (*Magrou et Magrou - 1931 ; Magrou - 1932*).

Mlle Choucroun, qui avait précédemment collaboré aux recherches de *M. et Mme Magrou*, a poursuivi son expérimentation. Elle est arrivée à conclure que l'effet Magrou n'est pas dû au rayonnement mitogénétique. En utilisant des flacons en quartz bouchés à l'émeri, l'effet ne se produit plus, et elle pense que le phénomène ne peut avoir lieu que grâce à quelque chose de matériel, hypothétique, émané de la culture, et qui doit arriver au contact des œufs en suivant les parois du récipient (*Choucroun, 1929 ; 1930 - a - b*). On se souvient que l'influence d'un produit volatil avait été démontrée, dans l'action des rayons mitogénétiques sur les anneaux de Liesegang, et que *Stempell* avait prouvé, par des expériences ultérieures, que cette objection était sans valeur. Ce sont ces travaux qui ont suggéré à *Mlle Choucroun* son hypothèse. Mais *Magrou* reprit ses expériences en s'efforçant de diriger sur des œufs fécondés, et préservés des rayons mitogénétiques, cette émanation hypothétique. Par cette méthode, il n'obtint pas de modifications dans la segmentation des larves qui se développèrent normalement (*Magrou et Magrou - 1931*).

Il existe enfin d'autres expériences intéressantes à signaler. On sait que les rayons mitogénétiques, comme les ultraviolets, sont arrêtés par le verre. Aussi, l'effet Magrou disparaît-il si on place une lame de verre entre l'inducteur et les œufs fécondés d'oursin. Or, chose curieuse, l'effet Magrou reparaît si on double la lame de verre, et si on interpose une couche de paraffine entre les deux lames.

Cet effet se maintient, même si on inclus dans la paraffine une rondelle métallique de même diamètre que la capsule contenant les œufs. Il ne peut plus être question dans ce cas d'une radiation. Elle serait arrêtée dans ces conditions expérimentales. Si on classe les écrans pouvant empêcher l'effet Magrou en une série croissante, on constate que celle-ci n'est pas fonction de la transparence des écrans à l'ultra-violet, mais de leur pouvoir d'isolement électrique. *Magrou, Magrou et Reiss - 1931*, ont, en outre, constaté que l'action à distance, ou effet Magrou, était en rapport avec la différence qui peut exister entre le potentiel d'oxydolo-réduction de l'inducteur, et celui de la culture d'œufs d'Oursins, quand ces milieux sont séparés par un bon diélectrique. Cette hypothèse se trouve confirmée par des expériences où différentes sources de potentiels sont appliquées au dispositif expérimental (*Magrou, Magrou et Reiss - 1931 ; Magrou - 1932*).

Ainsi, cette altération du développement de l'œuf d'oursin primitivement attribuée à une radiation mitogénétique devrait-elle être attribuée à une autre cause. Disons toutefois qu'un argument assez important reste en faveur de l'action d'un rayonnement, puisque l'effet Magrou s'obtient aussi bien sans que l'écran soit baigné sur ses deux faces par l'inducteur et la culture d'œufs, et que dans bon nombre d'expériences, le liquide qui était au-dessous de l'écran en était éloigné de plus de 2 à 3 millimètres.

8. — ACTION DES RADIATIONS SUR LA RÉGÉNÉRATION

De même que les radiations ont un pouvoir d'action différent sur les divers tissus participant à l'embryogénèse, elles vont de même se comporter différemment envers les

divers tissus que l'on trouve dans la régénération. On sait que dans certaines familles animales, les individus ont la faculté de reformer une partie de leur être accidentellement détruite ou enlevée, et cette régénération peut se faire, même pour des parties compliquées, comme l'extrémité antérieure d'un ver. Tout peut se régénérer dans ce cas, même les ganglions cérébroïdes. Or, si l'on irradie une partie d'animal en régénération, avec une dose assez forte, il y a arrêt du phénomène comme l'ont constaté *Brunst et Scheremetjewa* - 1933 chez le Triton ; *Weigand* - 1930 ; *Russel Bardeen et Baetjer* - 1903 chez la Planaire ; *Coldwater* - 1930 chez *Lineus Socialis* ; *Stone* - 1929 chez *Tubifex* et *Turner* - 1934 chez *Lumbricus*.

Si la durée d'irradiation est plus courte, il ne se produit qu'un simple retard (*Brunst, Scheremetjewa* - 1933 ; *Coldwater* - 1930), tandis que si elle est très longue l'arrêt de la régénération peut s'étendre à une patte opposée à celle qui a été irradiée (*Brunst et Scheremetjewa* - 1933).

Si l'on étudie d'un peu plus près le phénomène, on voit qu'il y a un arrêt de la différenciation cellulaire. Si l'on irradie aux rayons X une patte d'*Amblystoma* en régénération, il ne se forme plus qu'un pseudo-blastème. Les cellules sont incapables de différencier des tissus nouveaux (*Butler* - 1933). Il y a immobilisation et blocage des cellules à caractère embryonnaire (*Gianferrari* - 1929 - b - ; *Stone*, 1929 ; *Turner*, 1934). Dans la régénération de la partie postérieure de *Tubifex*, par exemple, les cellules migratrices indifférenciées comme les néoblastes, qui jouent un rôle essentiel, n'interviennent plus après irradiation. Il y a simplement formation d'un orifice anal, et recouvrement de la plaie par les téguments. De même dans la régénération de la partie antérieure de *Tubifex*, le tube digestif se clot en tube aveugle, et les ganglions cérébroïdes ne sont plus reformés. Nous avons, dans ces divers cas, une cicatrisation pure et simple sans régénération (*Stone*, 1929-1933).

Politzer, 1930, étudie l'action des rayons X sur la régénération du cristallin. Sous l'action des radiations, les cellules du régénérat se vacuolisent et n'aboutissent pas à la formation d'une vésicule cristallinienne. L'auteur conclut que les rayons semblent donc altérer non seulement la multiplication mais aussi les potentialités cellulaires.

Zuppa, 1934 cependant, n'obtient pas d'arrêt de la régénération en irradiant aux rayons X des Tritons crétés, et il explique cela en faisant appel au pouvoir de régénération extraordinaire qu'ont ces animaux. Néanmoins, comme *Brunst et Scheremetjewa - 1933* ont parfaitement obtenu un résultat positif avec le même matériel d'expérience, il faut penser que *Zuppa* a dû employer des doses trop faibles.

Nous avons donc noté un blocage de la différenciation cellulaire. Or, il est intéressant de signaler les travaux de deux auteurs qui vont plus loin dans leurs conclusions, et qui constatent une véritable « dédifférenciation ». *Buller - 1933*, traite aux rayons X un membre antérieur d'Amblystoma en régénération, et il note que le squelette cartilagineux du moignon disparaît par dédifférenciation progressive. *Rivera - 1926* traite aux rayons X des tumeurs végétales. Il constate que les cellules à croissance active sont tuées, alors que les cellules adultes, au repos depuis longtemps, retournent à l'état embryonnaire. Il y aurait ainsi à côté des cellules tumorales primitives tuées, des cellules tumorales secondaires, qui naissent aux dépens des cellules redevenues embryonnaires et actives, par suite de l'irradiation.

En tenant compte de ce que nous avons étudié au sujet de l'action des radiations sur les colloïdes cellulaires et sur le vieillissement provoqué, déterminant à son tour une excitation de la mitose, on peut s'expliquer cet effet de dédifférenciation. Notons d'abord qu'une cellule différenciée, jeune ou très jeune, n'a pas atteint encore le parfait

état de différenciation qu'elle possède à son « âge adulte ». Si, par un artifice quelconque, vieillissement provoqué de ses colloïdes par exemple, nous l'obligeons à se diviser alors qu'elle n'a pas atteint son parfait état de différenciation, les deux cellules filles auxquelles elle va donner naissance pourront être moins différenciées que ne l'aurait été la cellule-mère. Si l'on renouvelle l'irradiation sur plusieurs générations de cellules, il est logique d'admettre qu'on puisse arriver à obtenir, en fin de compte, une dédifférenciation.

9. — DANGER D'IRRADIATION DU FŒTUS IN UTERO

Nous avons vu les malformations qui peuvent se produire par l'irradiation d'un embryon. Ces constatations ont une application médicale ; il y a lieu de se demander quels sont les effets produits par les rayons X ou le radium, sur un fœtus in utero. On a remarqué que le seuil des doses nocives est assez élevé ; aussi les rayons X utilisés pendant la grossesse pour le radiodiagnostic ne sont pas dangereux (*Findley - 1930*).

Il en est tout autrement des rayons X utilisés pour un traitement radiothérapique, qui ne sont d'ailleurs employés dans ce cas, que par suite d'une erreur de diagnostic. Nous allons retrouver des anomalies qui cadrent bien avec celles énumérées précédemment. Si l'irradiation a été faite au début de la grossesse, on peut provoquer l'avortement (*Murphy - 1929 - a - ; Murphy et Golstein - 1929 ; Toombs - 1929*). Si l'irradiation n'a pas été assez forte pour interrompre la grossesse, l'enfant naît à terme, mais on peut observer chez lui des anomalies diverses. On a décrit des

altérations de structures, ou des troubles de croissance (*Bagg - 1926 ; Murphy - 1929 - a - b ; Murphy et Goldstein - 1929*) ; des anomalies physiques ou mentales, des lésions graves du cerveau et de la moelle, des cas de microcéphalie (*Goldstein et Murphy - 1929 ; Toombs - 1929*) et des difformités des yeux (*Toombs - 1929*).

Ici encore nous retrouvons un maximum de lésions pour une irradiation plus précoce. Plus l'agent radiant a touché l'embryon à un stade jeune, plus les malformations sont manifestes. (*Findley - 1930 ; Toombs - 1929*).

Il faut cependant citer les cas où certains médecins affirment n'avoir trouvé aucune anomalie chez l'enfant, malgré une dose de rayonnement assez forte. *Douay - 1931* rapporte une observation d'après laquelle une femme enceinte reçut, au début de sa grossesse, à la suite d'une erreur de diagnostic, 4500 R en trois portes d'entrée. Il n'a été observé aucune anomalie de développement. De même *Lacomme - 1931* rapporte deux cas identiques de femmes irradiées à 4 mois et à 3 mois, sans aucun danger pour le fœtus. Mais ce ne sont là que des cas isolés, et, en général, les médecins s'accordent pour reconnaître qu'une femme enceinte ne doit jamais être exposée aux rayons X ou au radium dans un but thérapeutique (*Lamarque - 1933-1934*).

Ainsi, nous avons vu dans cette première partie de notre travail, quelle était l'action des radiations sur la mitose : action excitante d'abord, action léthale ensuite. Nous avons vu aussi que la radiosensibilité pouvait varier au cours de la mitose elle-même, comme pendant la différenciation et durant la vie des cellules. Mais nous avons toujours considéré l'action des radiations, sur l'ensemble de la cellule. Il faut nous demander maintenant si toutes les parties de celle-ci sont également radiosensibles. Nous avons également considéré les radiations comme étant un agent physique homogène. Mais nous allons constater qu'au fur et

à mesure que nous étudierons leur action sur des particules de matière de plus en plus petites, nous ne la comprendrons bien que si nous considérons les radiations comme un agent physique hétérogène. L'hétérogénéité de l'agent radiant, agissant sur un milieu lui-même hétérogène, ne peut que compliquer singulièrement le problème. C'est ce qui a fait critiquer vivement les chercheurs qui veulent se servir d'un matériel biologique vivant, pour étudier l'action des radiations. L'argument peut paraître valable, mais il faut reconnaître que ce matériel a l'énorme avantage d'être ultra-sensible à l'action des radiations, et ceci compense bien cela.

II

ACTION DES RADIATIONS SUR LA CHROMATINE

A. ACTION GLOBALE SUR LA CHROMATINE

1. — ACTION DES RADIATIONS SUR LE NOYAU

Avant même que des expérimentateurs cherchent à comparer l'action des radiations sur le cytoplasme et le noyau, de nombreux auteurs avaient remarqué que ce dernier était très radiosensible, et que des modifications profondes pouvaient être décrites après irradiations. *Bohn - 1903 - b*, avait déjà constaté que le radium semblait agir, surtout sur la chromatine du noyau, quand on irradiait soit des gamètes soit de jeunes larves d'oursin et *Hertwig (G.) 1912* dans son étude de l'action du radium sur des œufs fécondés de grenouille, écrit que le radium agit en modifiant les substances nucléaires. D'autres auteurs ont encore signalé des altérations diverses: modifications régressives du noyau dans des cellules de tissu splénique en culture (*Gassul - 1927*); dilatations des noyaux dans des cellules de méristèmes racinaires de *Vicia faba*, traitées aux rayons X (*Pekarek - 1927*); phénomènes pycnotiques dans des noyaux de cellules cornéennes de salamandre (*Pauli et Poitzner - 1929*) et divisions irrégulières chez des *Colpidium Colpoda*, irradiés aux rayons X (*Meldolesi et Reverberi - 1930*).

On a d'abord pensé que le cytoplasme était à peu près insensible, et que seul le noyau était affecté par les radia-

tions. *Hertwig, O. 1909-1913; Hertwig (G.) 1912; et Stachowitz - 1914* dans leur étude de l'action du radium sur les gamètes de *Rana fusca*, d'*Axolotl*, de Salamandre et de Triton, concluent dans ce sens. Mais des études plus poussées ayant démontré ultérieurement que le cytoplasme possédait lui aussi une radiosensibilité, il devenait intéressant de rechercher la radiosensibilité relative, de ces deux parties cellulaires.

On pourrait bien étudier la sensibilité des inclusions cytoplasmiques aux radiations comme l'ont fait *Gatenby, Mukerji et Wigodu - 1929* qui signalent que les mitochondries des spermatozoïdes d'*Abraxas*, sont plus radiosensibles que le noyau, tandis que *Milovidov - 1929* étudiant l'action du radium sur le chondriome des cellules végétales, écrit que l'altération du noyau commence plus tôt que celle des chondriosomes. Mais nous ne voulons considérer ici que les expériences qui ont porté sur la recherche de la radiosensibilité globale du cytoplasme et de son contenu, par rapport à celle du noyau.

En 1925 - *a Reiss* étudie l'action de l'irradiation d'un gamète sur la gastrulation; phénomène que nous verrons avec plus de détails par la suite. Il trouve que les courbes de pourcentage des développements d'œufs d'oursins fécondés présentaient deux minima, dont l'un correspondait à la lésion du noyau, et l'autre à celle du cytoplasme. Il put établir ainsi que la radiosensibilité du noyau était 18 fois plus grande que celle du cytoplasme, pour le radium, et 3,8 fois plus grande, pour les rayons X.

Vintimberger étudie alors plus spécialement cette radiosensibilité relative par l'action des Rayons X sur les œufs de Grenouille Rousse. Il en irradie le noyau, soit le cytoplasme au moyen de caches qui lui permettent de ne laisser pénétrer dans l'œuf qu'un pinceau de rayons qu'il dirige sur la partie de la cellule en expérience. Voici ses conclusions: Quand le noyau est masqué, l'effet est

nul, même avec des doses largement mortelles en irradiation totale (*Vintimberger - 1928 - e - f*). Dans un autre travail il écrit que même à l'intercinèse nucléaire où sa sensibilité est minima, le noyau est au moins 25 fois plus sensible que le cytoplasme (*Vintimberger 1929 - a - b - c*).

Ainsi le seuil léthal pour le noyau est bien plus faible que celui du cytoplasme. Si l'on tient compte que dans ce dernier le matériel chimique et physico-chimique est en éternelle transformation du fait de l'assimilation et de la désassimilation on conçoit qu'une altération légère soit immédiatement compensée. Dans le noyau, au contraire, une altération même légère, sera beaucoup plus difficilement restaurée. La chromatine possède en plus de son rôle de chromosynthèse, celui de conserver intact le bagage héréditaire qui lui est dévolu. Elle est, par conséquent, moins transformable.

2. — AGGLUTINATION ET ELIMINATION DE CHROMATINE

Nous avons déjà vu que la chromatine du noyau au repos, devait être considérée comme étant un colloïde dispersé, et qu'au début de la mitose elle s'organise en phase distincte en un long filament appelé spirème. Ce phénomène peut être comparé à une véritable cristallisation, qui est parfaitement réversible, puisqu'à la télophase cet état disparaît et que la chromatine repasse à l'état de colloïde plus ou moins dispersé. Nous avons vu également que la radiosensibilité de la chromatine était beaucoup plus grande lorsque elle était organisée en phase distincte, sous forme de filament chromatique ou de chromosome, et nous l'avons considérée à ce moment-là dans un état physico-chimique voisin du gel semi-solide. La première des radiolésions qui se manifeste est l'irréversibilité de ces alternatives et l'arrêt du passage de la phase distincte à

la phase dispersée. Il y a une véritable agglutination de la chromatine qui reste compacte. Traitée en véritable corps étranger par la cellule, elle est scindée, pulvérisée et rejetée dans le cytoplasme. Suivant le moment où on l'observe, on pourra donc trouver soit une agglutination, soit une pulvérisation. Selon que ces modifications atteignent toute la masse chromatique, ou seulement une partie, la réaction de la cellule sera différente, et nous reverrons plus loin que ces variations peuvent être utilisées pour l'étude du rôle de la chromatine dans la mitose.

Dans la cinèse normale, après la métaphase, quand les deux blocs de chromosomes subissent l'ascension polaire, on trouve la même masse chromatique dans ces deux blocs, puisque la division a été parfaitement équationnelle. Mais après irradiation il n'en est plus de même, il y a agglutination de chromosomes entre eux, et mitoses dites « Gummy », où quelques chromosomes peuvent même rester dans le plan équatorial au lieu de remonter vers le centre de leur aster respectif (*Patten, Ruth et Wigodu - 1930*). Nous aurons donc, en général, distribution irrégulière de la chromatine aux deux pôles, ce qui entraînera de graves perturbations dans les divisions à venir.

Nous allons considérer quelques travaux où cette agglutination partielle ou totale a été étudiée. *Kærnicke 1905* signale de la chromatine ramassée en pelote dans des cellules de bourgeons floraux de *Lilium Martagon*, irradiés au radium. Il trouve ainsi des chromosomes pulvérisés et distribués de façon irrégulière aux deux pôles.

O. Hertwig - 1910 étudie l'action de l'irradiation au radium sur des gamètes de *Rana fusca*. Des résultats obtenus, il conclut à une élimination de la chromatine lésée, qui ne participe plus à la fusion des deux gamètes ou Amphimixie. De cette élimination plus ou moins précoce dépendrait le sort de l'embryon. Nous aurons l'occasion de revoir ce fait quand nous passerons en revue les tra-

vaux traitant de l'action des radiations sur la gastrulation, après irradiation d'un ou des deux gamètes. Mais la vérification cytologique de son hypothèse a été faite *en 1913 par Paula Hertwig*. Elle a démontré que la chromatine spermatique après irradiation ne participe pas à la fécondation, qu'elle reste compacte, dans l'un des blastomères, comme resterait un corps étranger. Ce même auteur, en 1916, décrit encore dans des croisements chez les poissons, des cellules dans lesquelles la spermachromatine irradiée est en grumeaux, très colorable, ou étirée en un filament, soit à l'équateur du fuseau, soit à côté ou derrière l'un des pôles.

Packard en 1914 signale que selon le degré d'atteinte du spermatozoïde, celui-ci peut pénétrer dans l'œuf, mais il ne donne pas d'aster, ne copule pas, reste compact et s'élimine. Le même auteur en 1918 en traitant au radium des œufs de chœtopterus trouve qu'au cours des clivages, la chromatine la plus altérée reste immobile et sans fibres fusoriales. Le pronucleus femelle ne forme pas de chromosomes et ne prend pas part à la mitose.

Alverdes - 1921 traite au radium des spermatozoïdes de cyclops, et il signale quelques chromosomes en retard sur la plaque équatoriale, à l'anaphase, et des masses chromotiques compactes dans le cytoplasme.

Alberti et Politzer - 1923 sur des cellules épithéliales de la cornée de larves d'Urodèles, traitées aux rayons X, décrivent des chromosomes ayant perdu leur individualité, se fusionnant et donnant à l'ensemble l'allure d'une véritable amitose. *En 1924* ils trouvent sur le même matériel des confluences de chromosomes au stade diaster et en *1925 Politzer* décrit des noyaux en pycnose, et des pseudo-amitoses dans des cellules irradiées aux rayons X.

Sartory 1927 montre des phénomènes d'agglomération de chromatine du noyau, dans des divisions de cellules végétales irradiées au radium.

Pekarek - 1927 étudie l'action des rayons X sur les cellules du méristème racinaire de *Vicia faba*, et il constate des confluences de chromosomes et des formations de pseudo-amitose.

Pattens, Ruth et Wigodu - 1930 signalent des arrêts de mitoses avec confluences de chromosomes en amas, ainsi que des ponts entre chromosomes.

Gatenby, Murkeji et Wigodu - 1929 étudiant l'effet des rayons X sur la spermatogénèse d'*Abraxas Grossula*, trouvent dans certaines anaphases et télophases, des fusions anormales de chromosomes.

Kempt - 1931 recherche qu'elle est l'influence d'agents divers, sur le comportement des mitoses, dans les cultures de tissus. Des fragments de nombreux organes de Poulets adultes et embryonnaires sont cultivés et soumis aux rayons X, au radium, à l'action des températures élevées et aux vapeurs d'éther. Cet auteur trouve que ces deux derniers agents ont des actions variables et que les radiations inhibent le début du processus mitotique. Les anomalies signalées consistent en pycnose, condensation ou fragmentation de chromosomes, et altération de l'anaphase. Ce dernier travail nous montre qu'avec des agents divers on peut avoir des altérations de la chromatine identiques à celles que provoquent les radiations. Le radium ou les rayons X ne sont donc pas seuls à produire la condensation et l'agglutination.

Le froid peut aussi amener des modifications, qui rappellent celles décrites dans les cellules en division après irradiation, telles que l'épaississement, l'agglutination des chromosomes, et l'effacement de la figure achromatique de division. *Vintimberger - 1930* a obtenu de tels résultats en soumettant à une température de 4° ou 6° des blastoderms d'œuf de Poule; il en suspend ainsi le développement pendant 24 heures.

Enfin, *Dalcq* - 1927 reprend les travaux de G. Hertwig de 1924 sur l'action de la tryptaflavine employée comme succédané du radium, pour obtenir des larves de grenouille à noyaux haploïdes. Il note que ce produit, comme le radium, provoque une condensation de la chromatine qui ne peut plus se résoudre en chromosomes. Elle reste compacte et se trouve éliminée de l'amphimixie.

3° RÔLE DE LA CHROMATINE DANS LA CYTODIÉRÈSE

On voit ainsi que les radiations, comme certains autres agents chimiques ou physiques, peuvent déterminer sur la chromatine une lésion telle que celle-ci devient inapte à redonner un noyau normal, et qu'elle peut de la sorte être éliminée à un moment quelconque de la division cellulaire. Des auteurs ont utilisé ce moyen d'investigation pour rechercher quel pouvait être le rôle de la chromatine dans la division et *Dalcq* en 1931 étudie pour cela des œufs polyspermiques fécondés par du sperme tryptaflaviné. On sait, depuis les travaux de *Brachet* - 1910 - et de *Herland* - 1911 - que dans un œuf polyspermique, un seul pronucleus mâle copule avec le pronucleus femelle. Les autres se cantonnent dans une partie de territoire plasmatique qui a reçu le nom d'énergide spermatique. Le pronucleus mâle de ces énergides, condensé par la tryptaflavine, va aller en entier vers un des deux pôles de la première cinèse. Sur le pôle qui n'a pas reçu de chromatine va s'amorcer une nouvelle cinèse bipolaire « achromosomiale », et l'auteur démontre qu'un rythme cinétique peut se poursuivre dans de pareilles énergides pendant au moins trois cycles. Il décrit de véritables cinèses avec un fuseau, mais

les cytasters ne s'étendent pas au cytoplasme ambiant et, de ce fait, il n'y a jamais de division vraie.

En 1932, en collaboration avec M. S. Simon, le même auteur étudie encore le rôle de la chromatine dans la division cellulaire. Dans une partie de ses expériences, il combine la destruction de la chromatine paternelle par irradiation aux ultra-violets, avec une irradiation des œufs au radium ou aux rayons X. De ses observations, il conclut que toute la chromatine maternelle ou haplôme maternel irradié, subit un « *arrêt de croissance normale des chromosomes* » et que « *la chromosynthèse est paralysée ou considérablement ralentie* » (Dalcq et Simon - 1932 - Pg. 519). Il s'agit d'un phénomène plus subtil que la simple « *agglutination* » de chromatine. « *Tout au plus remarque-t-on que la trame de granules de caryotine, très délicate dans l'œuf normal et bien fixée, est devenue plus grossière* » (id. - Pg. 518).

Cet arrêt de la chromosynthèse peut ne pas être immédiat, et ne se manifester qu'à une plus ou moins longue échéance suivant le degré de lésion. Il est certain qu'on a nettement l'impression, dans toutes ces recherches, que dans une cellule irradiée, il y a quelque chose qui « *s'use et qui ne se régénère pas* ».

Des processus mitotiques peuvent s'amorcer et continuer pendant un certain temps à être absolument normaux. Ainsi, dans l'irradiation du spermatozoïde aux ultra-violets, sans irradiation de l'ovule, on constate que le spermaste se forme normalement. « *Il n'y a pas, en effet, dans ce cas, de modification d'état physique du premier cycle* ». - « *L'appel du suc nucléaire, la dispersion de la caryotine dans celui-ci, la condensation en chromosomes métaphasiques se sont accomplis en apparence normalement* » (id. pg. 519). Ce n'est qu'après la première mitose que l'agglutination se produira.

Ces mêmes auteurs, dans ce même travail, cherchent à obtenir des cinèses contenant une quantité plus ou moins grande de chromatine active. Pour cela, ils combinent l'élimination complète de la chromatine mâle par la trypaflavine ou les radiations, avec une lésion plus ou moins forte du noyau ovulaire. Ils l'obtiennent soit en piquant l'œuf dans la zone polaire où se trouve la figure de maturation, au moyen d'un stylet de verre plus ou moins chaud, soit encore par les radiations. Ils éliminent, en somme, tout le haplôme paternel, et suppriment ou lèsent à un degré variable le haplôme maternel. Quand ce dernier est éliminé tout à fait, il se fait une division chromatique complète sans cytodiérèse. La réparation des blastomères est incomplète, et le haplôme paternel passe en un bloc compact dans un des blastomères incomplètement divisés.

Quand il reste dans l'œuf quelques chromosomes maternels, on obtient un sillon plus profond, mais l'œuf reste encore indivis. On trouve dans le cytoplasme des cinèses bipolaires dont le rythme caryocinétique est maintenu par la présence de quelques fragments de chromosomes ; on ne trouve toujours pas, dans ce cas, de cytodiérèse complète.

Lorsque le haplôme maternel est conservé en grande partie, les anomalies sont plus tardives, les premières phases de la segmentation sont à peu près normales. On voit donc que la cytodiérèse n'est possible que lorsque les blastomères possèdent une masse nucléaire suffisamment active, et pour l'œuf de grenouille tout au moins, on peut dire que *« les centrosphères ne déclenchent la cytodiérèse que sous l'influence du noyau, et que leur efficience est liée à la quantité de chromatine présente dans la cellule qui va entrer en division »* (Dalcq et Simon, 1932 - pg. 514).

Notons qu'il s'agit ici de chromatine et non de chromosomes. En effet, comme le font remarquer les auteurs, *« la chromatine peut garder son efficacité alors que la struc-*

ture chromosomiale est atténuée ou supprimée » (id. Pg. 514).

Pour ces auteurs, la « *quantité* » de chromatine règle la puissance de la gélification péri-astérienne, et c'est de cette puissance plus ou moins grande que découlera une cytodière complète ou à peine ébauchée.

Ainsi, nous constatons qu'une cellule irradiée, possédant par conséquent une certaine quantité de radiochromatine, peut encore poursuivre sa segmentation. Mais nous verrons plus loin que le développement s'arrêtera et qu'il ne pourra point doubler le cap de la gastrulation.

4. — ACTION DES RADIATIONS SUR LA GASTRULATION

Que se passe-t-il si dans la fécondation on irradie un seul des gamètes ? Que va devenir le produit de conception issu de la fusion d'un pronucléus sain, avec un pronucléus lésé ? Notons d'abord que *Hedwig O.* a exposé au radium du sperme d'oursin pendant 24 heures et qu'après ce traitement, ce sperme pouvait encore féconder normalement des œufs de son espèce. Les effets de l'irradiation n'apparaissent qu'au cours du développement du produit de fécondation, qui est ralenti par rapport à celui d'œufs fécondés par du sperme normal. En général, on obtient des gastrulas dont la cavité centrale est remplie de sphères opaques et de débris cellulaires plus ou moins grands. *Hertwig* nomme ces gastrula anormales, des *stéréogastrula* et constate qu'elles sont l'aboutissant, presque fatal, du développement d'œufs normaux, fécondés au sperme irradié au radium.

Il donna, à ce moment, une première explication des faits. Pour lui, le spermatozoïde, ou plutôt, la chromatine du noyau spermatique, est lésée. Comme la segmentation se poursuit jusqu'au stade gastrula, cette chromatine lésée s'est répandue dans les divisions successives à toutes les cellules de l'être en formation et c'est cette radiolésion qui déclenche la « *Radium krankheit* » ou maladie du radium. Le stade gastrula ne pourra plus être franchi. Hertwig ignorait encore, à ce moment-là, le phénomène de l'agglutination et de l'élimination de la chromatine lésée. En 1910 il cherche à confirmer ces résultats en se servant, cette fois, de gamètes de *Rana fusca* et d'*Axolotl*. Il établit qu'un œuf fécondé par un spermatozoïde irradié pendant un temps déterminé, est moins lésé qu'un œuf soumis à la même irradiation après fécondation. Ceci s'explique puisque dans le deuxième cas, l'irradiation a porté sur les deux stocks chromatiques, mâle et femelle, alors que dans le premier cas, seul, le stock chromatique mâle a été soumis à l'irradiation.

Il faut spécifier que ce n'est pas l'action des radiations sur le cytoplasme qui peut inhiber le pouvoir de différenciation. Vintimberger, en 1924, a pu prouver, en irradiant par un artifice d'expérience, seulement une partie du cytoplasme d'un œuf ou d'un blastomère, que cette irradiation, même prolongée, n'entraîne aucune anomalie ultérieure.

Reste donc l'action sur la chromatine, et c'est bien l'opinion de Dalcq, puisqu'il écrit : « *Tout se passe comme si l'irradiation ménagée rendait les chromosomes étrangers au cytoplasme ; elle rompt la liaison fragile, mais essentielle, existant entre le noyau et les localisations germinales présentes dans le cytoplasme* » (Dalcq et Simon - 1932 - Pg. 538).

Dans son travail de 1929, il estime déjà qu'« on interprète donc fidèlement les faits connus, en disant qu'il y a

dans les chromosomes d'une espèce donnée, des propriétés dont l'entrée en jeu est indispensable à la gastrulation, et ces propriétés sont les premières à changer lorsqu'on passe à une espèce voisine ou lorsqu'on soumet les chromosomes à l'irradiation » (Dalcq - 1929 - Pg. 366). Plus loin, il ajoute : « Il se produit probablement à la gastrulation, une interaction définie, entre le cytoplasme des blastomères, et certaines propriétés très spécifiques et fort sensibles à l'irradiation, que possèdent les chromosomes. C'est grâce à cette interaction que certains groupes cellulaires se distinguent des autres, et dirigent toute la morphogénèse » (id. Pg. 370).

D'autres auteurs comme *Ancel et Vintimberger - 1924 - 1925* - ont émis une autre opinion. Pour eux, le « travail » fourni par une cellule en segmentation est peu important, et l'irradiation qui « épuise la cellule », n'empêche pas cette segmentation qui ne demande qu'un petit effort. Tandis que la gastrulation est bloquée parce que le « travail » à fournir par les cellules est à ce moment-là très grand. Épuisées par l'irradiation, elles ne peuvent fournir l'effort nécessaire à la différenciation.

L'irradiation d'un gamète avant fécondation produit donc le blocage de la gastrulation. Cet arrêt de développement à ce stade si délicat, véritable cap difficile à franchir dans l'embryogénèse est souvent décrit. C'est ainsi que *Ariola - 1925*, *Bohn - 1903 - b - et Loeb - 1914* - l'étudient chez les échinodermes ; *Coxella - 1930* - chez les Teleosteens et *Ruppert - 1925* - chez l'*Ascaris*.

5. -- EFFET PARADOXAL.

Mais il était intéressant de savoir quelle pouvait être l'influence de la dose de rayonnement sur la gastrulation. *O. Hertwig* fit donc varier le temps d'irradiation du spermatozoïde, et put établir ainsi le rapport qui existe entre la durée de l'action du radium, et le degré du dommage causé. Il obtint un résultat qui put paraître paradoxal. En effet, pour une irradiation courte, il obtenait un certain déchet dans ses larves. En augmentant le temps d'irradiation, il avait un déchet d'abord plus important ce qui se conçoit aisément, mais pour des temps d'irradiation plus grands encore, il arrivait à avoir des larves plus viables. Cette discordance entre le temps d'irradiation et le résultat obtenu est appelé « *effet Paradoxal* ». *O. Hertwig* donne une explication de ce phénomène, en disant qu'une irradiation assez forte du spermatozoïde n'est pas suffisante pour empêcher celui-ci de pénétrer dans œuf, mais que la lésion de la chromatine est telle qu'elle ne peut plus participer à l'amphimixie, ou fusion des deux pronuclei. Cette pénétration dans l'ovule provoquerait, d'après lui, le déclanchement d'un développement parthénogénétique puisque le pronucleus mâle ne copulerait pas avec le pronucleus femelle.

Il compare ce résultat à celui obtenu par *Kupelwieser* en 1909 avec des œufs d'oursins fécondés par du sperme de mollusque. Cet auteur obtenait, par ce moyen, une faible proportion de bonnes gastrulations, et il pouvait constater que, dans ce cas, le noyau spermatique reste généralement compact, aux alentours d'un des pôles du fuseau à la première cinèse.

L'opinion de *O. Hertwig* a été confirmée, en 1913 par *Paula Hertwig* qui trouve, au cours de l'étude cytologique d'œufs de grenouille normaux, fécondés par du sperme irradié, que la chromatine spermatique ne participe pas à la fécondation et qu'elle reste compacte dans l'un des blastomères comme resterait un corps étranger.

Cet effet paradoxal a été confirmé : par *G. Hertwig - 1911*, qui refit les expériences de *O. Hertwig* en irradiant des œufs de grenouille, et en les fécondant avec des spermatozoïdes sains ; par le même auteur, en 1912 et par *Opperman - 1913* qui reprit les expériences d'*Hertwig* en travaillant sur un matériel nouveau : sperme de Truite irradié fécondant des œufs sains. En 1916, *P. Hertwig* retrouve l'effet paradoxal dans le développement d'un autre poisson, le *Gobius Jozo*, dont elle a irradié le sperme avant fécondation.

Simon 1930 ainsi que *Dalcq et Simon 1931* obtiennent aussi un effet paradoxal très net, en irradiant aux ultra-violets des spermatozoïdes de Grenouille rousse. Mais ces deux auteurs trouvent, en outre, toute une gamme de résultats, compris entre l'effet paradoxal net, et l'absence totale de cet effet, en utilisant des agents radiants variés, et en irradiant soit les œufs, soit les spermatozoïdes, qui ne se comportent plus d'une façon équivalente dans leurs expériences.

C'est ainsi qu'en irradiant les œufs au radium, ils obtiennent un effet paradoxal assez net, tandis qu'il est nul en les irradiant aux ultra-violets. Les rayons X donnent un effet paradoxal à peine ébauché. Il semble donc qu'il y ait un effet d'autant plus marqué, qu'on emploie un rayonnement plus pénétrant, avec une exception toutefois pour les rayons X mous, qui donnent un effet légèrement plus net que les rayons X plus durs.

En traitant les spermatozoïdes, on a à peu près l'inverse. L'effet paradoxal le plus net est obtenu avec les ultra-

violet, tandis qu'il est nul avec les rayons X, les rayons X mous, et le radium, sauf dans certains cas où, avec ce dernier agent, il est légèrement ébauché.

Tous ces résultats négatifs nous amènent à considérer les autres travaux qui ont infirmé cet effet paradoxal. *P. Hertwig*, en 1916 ne l'a pas retrouvé, en fécondant des œufs de Triton irradiés, avec des spermatozoïdes sains, mais elle attribue son échec aux mauvaises conditions expérimentales. *Dalcq*, en 1929, irradie des œufs de grenouille in utéro, avec des rayons X pénétrants, ou avec des rayons γ . Il conclut à la parfaite proportionnalité du degré d'irradiation, et de l'effet nocif constaté. Son expérimentation a pourtant été poursuivie pendant quatre saisons consécutives, ce qui représente un grand nombre d'œufs mis en expérience. *H. et M. Langendorff*, en 1931 constatent, eux aussi, un effet proportionnel à la dose, en irradiant, soit des spermatozoïdes, soit des ovules d'oursins (*Psammechinus miliaris*), avec des rayons X de courte longueur d'onde. *Packart* - 1914 - étudie l'action du radium sur la fécondation chez Néréis, et conclut à la parfaite proportionnalité des effets morbides et de l'intensité de l'irradiation.

Dans l'ensemble, l'accord n'est donc pas unanime sur la constance du phénomène, et des résultats différents peuvent être obtenus en variant l'agent radiant ou le matériel irradié.

Examinons quelles ont été les diverses façons d'expliquer l'effet paradoxal. Nous avons vu qu'*Hertwig* pensait à une élimination de la radiochromatine et que l'effet obtenu était, d'après lui, d'autant plus net que l'élimination avait été plus complète. Il pensait aussi que pour obtenir la fusion de deux pronuclei, il fallait qu'il y ait entre les deux chromatines en présence une « harmonie » de composition. En irradiant légèrement la chromatine d'un gamète, on la rendrait légèrement « dysharmonique », et ce serait cette fusion de deux chromatines, disons en désac-

cord, qui produirait les troubles embryogénétiques ultérieurs. Lorsque l'irradiation est poussée plus loin, la dysharmonie est tellement forte qu'il n'y a pas fusion de la chromatine et de la radiochromatine. Cette dernière se trouvant dans un milieu qui ne lui serait point propice, se comporterait comme une graine que l'on jetterait sur un terrain qui ne lui conviendrait pas : elle resterait inerte.

A l'appui de cette opinion, *Hertwig* et son école signalent quelques faits intéressants. D'après eux, ce n'est pas seulement après irradiation d'un gamète que l'on peut observer une dysharmonie entre les chromatines de deux gamètes ; elle existe naturellement dans des croisements entre espèces différentes. *O. Hertwig - 1912* - en cite trois cas. Si l'on féconde des œufs de Crapaud avec du sperme de Grenouille (*Rana fusca*), les premières divisions se produisent et le développement se poursuit pendant un jour environ. Puis, tout s'arrête. La gastrulation n'est même pas atteinte. Si l'on féconde des œufs de Grenouille verte avec du sperme de *Rana fusca*, on obtient un développement qui se poursuit jusqu'à la blastula tout au plus. De même en fécondant des œufs de Triton *tœniatus* avec du sperme de *Salamandra maculosa*, on ne trouve qu'un petit nombre d'œufs fécondés, et le développement dans les cas les plus favorables, ne peut jamais atteindre la gastrulation. Il dépasse tout juste le stade blastula.

Si la théorie d'*O. Hertwig* est exacte, c'est-à-dire si le développement est arrêté par la dysharmonie des chromatines, en augmentant cette dysharmonie par les radiations, au point de rendre la radiochromatine inerte, le développement n'étant plus entravé, doit se poursuivre. C'est exactement ce que prouve l'expérience. Si dans les trois cas précédents, on irradie fortement le sperme, la gastrulation est facilement atteinte et dépassée. Ces trois cas sont à classer nettement dans les statistiques favorables à l'effet paradoxal, bien que dans cette expérimentation, il n'ait été ques-

tion, nulle part, d'une dose croissante d'agent radiant. Mais on peut considérer que le croisement normal, sans irradiation du sperme, peut être comparé à une fécondation entre gamètes de même espèce, dont l'un aurait été faiblement irradié.

A l'encontre de cette théorie viennent les observations de *Dalcq* décrites dans son mémoire de 1931. Il emploie la trypaflavine comme succédané du radium pour obtenir des larves haploïdes ; cet agent, plus que tout autre, bloque la chromatine soumise à son action. Le pronucléus mâle lésé, se présente dès la première mitose en un boyau basophile, compact, définitivement altéré, et éliminé de l'amphimixie. Si la théorie des *Hertwig* est vraie dans tous les cas, on devrait avoir dans les expériences de *Dalcq* de magnifiques gastrulations et, par suite, un effet paradoxal des plus nets. Or, il n'en est rien. « La crise blastoporale est la règle », dit *Dalcq* et les quelques rares têtards haploïdes obtenus, meurent par œdème à des stades plus ou moins avancés.

D'autre part, *Simon* en 1930 et 1931, avait obtenu un effet paradoxal très net en irradiant des spermatozoïdes de Grenouille aux ultra-violets, et ce mode d'irradiation pouvait être considéré comme un procédé de choix pour obtenir l'haploïdie. Mais l'étude cytologique a montré que les pronucléi ont un aspect normal. Le boyau chromatique que l'on trouve dans le matériel traité à la trypaflavine n'existe point ici. Les chromosomes paternels se dispersent bien, et ce n'est qu'à la télophase qu'ils manifesteront leur lésion. A ce moment, ils resteront en un amas mamelonné dans la région équatoriale, tandis que les chromosomes maternels subiront l'ascension polaire et iront constituer seuls les noyaux-fils. Le matériel chromatique est bien éliminé ici, mais pas tout de suite, puisque la prophase et la métaphase de la première division sont presque normales. Bien qu'il y ait eu contact entre les chromatines mâles et

femelles, et que les deux nucléoplasmes aient été mélangés intimement, rien n'est troublé dans l'évolution ultérieure. La crise blastoporale est exceptionnelle, et les têtards évoluent normalement.

Ainsi, à la théorie d'Hertwig, Dalcq répond que l'on peut ne pas avoir d'effet paradoxal, malgré une élimination totale de la chromatine lésée, et avoir, au contraire, cet effet très nettement avec une élimination tardive alors que les deux pronuclei se sont parfaitement formés, et n'ont manifesté aucune « dysharmonie » au moment de l'amphimixie.

Des résultats de ses travaux, Dalcq tire comme conclusion que pour obtenir une bonne gastrulation « *l'élimination de la chromatine lésée est nécessaire, mais elle n'est pas suffisante* », comme le prouve l'action de la tryptaflavine. Pour cet auteur, il faut considérer deux lésions, celle de la chromatine elle-même, et celle du suc nucléaire. Quand le spermatozoïde pénètre dans l'œuf et qu'il « s'imbibe », il ne faut pas considérer uniquement la partie chromatique du noyau qui passe à l'état de phase distincte. La mince couche protoplasmique qui l'entoure et le segment intermédiaire en font autant. Quand la partie chromatique lésée reste compacte et agglomérée, elle s'entoure néanmoins d'une zone claire constituée par le suc nucléaire. Pour Dalcq ce suc est lui aussi atteint, et lorsque l'amphimixie va se produire, même si la chromatine mâle est condensée et tenue à l'écart de la mitose, ce suc va se mêler intimement au suc nucléaire maternel, et distribuer ainsi à toutes les cellules à venir, la lésion interne qui manifestera sa présence à la gastrulation.

Une objection doit être faite au sujet des expériences citées par Dalcq. Le traitement par la tryptaflavine peut parfaitement donner l'impression d'être l'équivalent du traitement par les radiations, quand aux résultats cytologiques. Mais si nous connaissons la radiosensibilité relative

du noyau et du cytoplasme, nous ignorons la différence de sensibilité à la tryptaflavine, qui existe entre ces deux constituants cellulaires. Tout le cytoplasme lui-même est peut-être rendu « dysharmonique », sans qu'on puisse distinguer si, seul, le nucléoplasme est lésé. L'élimination de la chromatine condensée n'écarte pas tout le matériel atteint. L'action de la tryptaflavine, agent chimique, qui agit peut-être sur la totalité de la cellule, ne peut être comparée à l'action des radiations.

Au sujet de l'irradiation du spermatozoïde aux ultra-violets, il faut remarquer aussi que ces rayons sont beaucoup plus absorbables que les rayons X ou γ . Ils ont un pouvoir de pénétration bien moins grand, et les altérations qu'ils produisent sur la chromatine sont certainement très différents de celles produites par les radiations de plus courte longueur d'onde. La couche cytoplasmique et le segment intermédiaire représentant le cytoplasme de cette cellule, sont d'un volume très réduit et en couche mince. Les rayons ultra-violets peuvent facilement léser à la fois le noyau et le cytoplasme.

Dans ces deux derniers cas, étudiés par Dalcq, il y a donc altération globale de la cellule. Ils sont par conséquent différents de ceux cités par Hertwig. Les résultats obtenus par les deux écoles ne peuvent pas être comparés.

6. — ELIMINATION D'UN PRONUCLEUS PAR IRRADIATION
D'UN GAMÈTE. — PARTHENOGENÈSE - GYNOGENÈSE
ANDROGENÈSE

Dans le cas où l'agglutination de la chromatine d'un pronucleus est totale, et où ce dernier est éliminé de l'amphimixie, le développement peut se poursuivre avec la

chromatine du gamète non irradié. Si c'est le spermatozoïde qui est exclu, on aura un embryon parthénogénétique ou mieux gynogénétique ; alors que si c'est la chromatine ovulaire qui est écartée de la fusion des pronuclei, on aura un embryon androgénétique.

Il découle de ces considérations que les larves qui se développent doivent être haploïdes. Effectivement, *Hertwig G.* - 1913 a confirmé ce fait. Il a comparé le volume des noyaux de cellules de ces embryons, à celui des cellules d'embryons normaux, et il a trouvé un rapport de un à deux. *Dalcq et Simon* - 1931 ont également étudié cette question en recherchant l'haploïdie dans les larves obtenues pour l'étude de l'effet paradoxal. Si l'on traduit par un graphique, les résultats obtenus sur la gastrulation, par irradiation d'un gamète, en portant en abscisse le temps d'irradiation, et en ordonnée le nombre de bonnes gastrulations, on obtient une courbe décroissante quand l'effet paradoxal est nul, tandis qu'elle présente un minimum et se relève ensuite plus ou moins haut, quand il y a un effet paradoxal plus ou moins net. Ces derniers auteurs ont trouvé que, dans ces courbes, toute la partie descendante correspond à des embryons diploïdes, et l'on sait que, dans ce cas, la cytologie a montré que l'élimination du pronucleus lésé n'était pas complète ; tandis que la partie ascendante de la courbe correspond à des embryons haploïdes.

On a comparé l'introduction dans l'œuf d'un spermatozoïde irradié, au phénomène obtenu par *Bataillon*, en piquant des œufs de Batraciens souillés de sang. On sait que, dans ce cas, ce biologiste obtenait les meilleures activations quand le stylet avait entraîné un globule blanc. C'est la masse chromatique, même inerte et, par conséquent, « dysharmonique », qui faisait cette activation. Ce fait a été confirmé par le même auteur qui a piqué des œufs de Batraciens, humectés avec un sperme d'une espèce très

éloignée, comme du sperme de poisson par exemple. Dans cette dernière expérience, les parthénogénèses étaient nombreuses.

Peut-on comparer ces divers cas, décrits par ces expérimentateurs ? Il est très difficile de se prononcer. Tout dépend de l'agent radiant employé, et de la radiosensibilité relative, du noyau et du cytoplasme du gamète irradié. La comparaison ne pourra se faire que si l'on est sûr que l'irradiation n'a lésé que le noyau, sans altérer le cytoplasme. Alors seulement, on pourra espérer obtenir par irradiation d'un gamète, les beaux résultats décrits par *Bataillon* dans ses travaux sur la parthénogénèse traumatique avec inoculation. Mais si l'irradiation a atteint aussi le cytoplasme, tout est changé et ceci nous explique peut-être pourquoi *Hertwig* et son école n'obtenaient jamais que des larves ne vivant pas plus de 3 à 5 semaines.

La parthénogénèse obtenue au moyen des radiations, a d'ailleurs été étudiée par quelques autres auteurs. Mais faisons d'abord une distinction entre parthénogénèse et gynogénèse. Il ne faudrait employer le premier terme que lorsqu'on a obtenu une activation par un moyen physico-chimique, ou chimique à la rigueur, mais sans introduire dans l'œuf de parcelle biologique quelconque. L'activation par piqûre sans inoculation, ou celle obtenue par action chimique sur la membrane cellulaire, pour en modifier sa perméabilité, conduisent à des « parthénogénèses » ou développement d'œufs vierges.

On a essayé, sans succès, de se servir des radiations pour obtenir l'activation. *Ariola - 1925*, traite des œufs d'Echinodermes au radium et n'obtient aucune trace de clivage et *Packard - 1915*, signale le même insuccès en se servant de rayons β et γ sur des œufs divers.

Quelques auteurs signalent cependant un début d'activation. *Bohn - 1903 - b* - traite au radium des ovules d'Ourins et signale que 2 à 4 % des ovules irradiés subissent

un commencement de parthénogénèse. *Lillie et Baskerwill-1922 - a* - soumettent des œufs d'Oursins à la lumière ultraviolette, et obtiennent une activation partielle, permettant à l'œuf d'atteindre quelquefois le stade blastula. *Tchakhotine - 1929* - « pique » des œufs de *Paracentrotus lividus*, avec un mince pinceau de rayons U. V. Il obtient un début de segmentation, conduisant à un amas de blastomères ou de pseudoblastomères anuclées, qui se cytolysent fatalement.

Le terme de gynogénèse doit s'appliquer à toutes les activations et à tous les développements obtenus « par introduction » dans l'œuf d'un matériel chromatique quelconque, depuis le noyau du globule blanc, entraîné par piqûre de l'œuf, jusqu'au spermatozoïde de la même espèce, rendu inerte, par irradiation préalable à la fécondation. Nous avons vu que par l'emploi des radiations, les résultats sont très variables, et qu'à l'heure actuelle, il est difficile de se prononcer et de dire si l'on peut obtenir des gynogénèses permettant un développement prolongé.

Si l'on féconde un œuf irradié par un spermatozoïde sain, on obtiendra un développement androgénétique. *Hertwig - 1912*, signalait ce cas après irradiation au radium d'œufs de *Rana fusca*. - *P. Hertwig - 1916* fait la même constatation avec des œufs de Triton irradiés, et cet auteur constate que les embryons qui dépassent la gastrulation sont bien haploïdes. - *Packard - 1918* traite au radium des œufs de *Choetopterus*. Quand l'irradiation est faible, il y a amphimixie des deux pronuclei ; quand elle est forte, il n'y en a pas. Mais dans les deux cas, les chromosomes maternels ne se dispersent pas dans le noyau, et il y a développement aux dépens du seul noyau mâle.

La question devient des plus intéressante si l'on essaye d'appliquer cette méthode à l'étude de l'androgénèse hybride. On sait que si deux gamètes d'espèces différentes se fusionnent, on peut obtenir des hybrides féconds ou infé-

conds, suivant qu'il n'y aura pas de « dysharmonie » entre les deux chromatines ou qu'elle sera légère et ne portera que sur la partie la plus délicate du matériel héréditaire, c'est-à-dire le « germen ». Un hybride infécond peut donc être considéré comme le produit de fécondation de deux gamètes à « soina harmoniques » et à « germen dysharmonique ». Ce sont là de vrais hybrides, car il existe une vraie contribution des deux gamètes à l'édification embryogénétique.

Quand la « dysharmonie » atteint aussi le « soma », et qu'elle est telle que le sort de l'embryon est en jeu, nous avons vu qu'en irradiant un des gamètes, c'est-à-dire en augmentant cette dysharmonie, au point de la rendre totale, l'embryon peut se développer plus normalement. Mais ce dernier n'en est pas moins le produit de copulation d'un œuf entier, avec le cytoplasme, d'un spermatozoïde, si l'irradiation en a bloqué la chromatine. Ce n'est ni un hybride vrai, puisqu'il n'y a pas fusion de deux gamètes complets, ni un être parthénogénétique, puisqu'il possède en plus un cytoplasme paternel. C'est à ces êtres qu'il faudrait réserver le terme de faux-hybrides.

Parmi ceux-ci, il serait intéressant de considérer les androgènes hybrides, issus de la fécondation d'un œuf irradié, par un spermatozoïde sain d'une autre espèce. La masse nucléaire spermatique dominant la masse cytoplasmique, son développement au sein d'un cytoplasme ovulaire d'où serait exclue toute action possible de la chromatine maternelle, permettrait de « serrer de plus près » le problème du rôle respectif du noyau et du cytoplasme, dans l'hérédité. Il faut tout de même remarquer que, par cette méthode on n'arrivera jamais à séparer d'une façon absolue, ce rôle respectif, tant qu'on ne pourra arriver à trouver le moyen de léser le cytoplasme spermatique, en respectant intégralement son matériel chromatique.

Nous en avons terminé avec l'action globale des radiations sur la chromatine du noyau. Nous étudierons maintenant la réaction des chromosomes eux-mêmes aux radiations.

B. — ACTION PARTIELLE SUR LES CHROMOSOMES

7. — MODIFICATIONS TOPOGRAPHIQUES MUTATIONS CHROMOSOMIQUES

Nous avons vu, dans toute l'étude qui précède, que l'effet le plus constant des radiations sur la chromatine est la production d'une agglutination suivie ou non de pulvérisation. Mais nous avons toujours considéré jusqu'ici la radiation comme un agent dont l'action est homogène dans tout l'espace irradié. On a pu croire qu'elle agissait à la manière d'un gaz délétère qui envahirait de proche en proche tout un espace, et détruirait tout sur son passage. En réalité, il n'en est rien. Si l'on tient compte des théories modernes sur la constitution de la radiation, on ne peut que la comparer à une « grêle de Quanta », semblable à un « tir de mitrailleuse » (*Dognon - 1930*). Il résulte de cette conception qu'une particule de matière comme une micelle, une molécule, un atome pourront bien être frappés, sans que la particule de matière immédiatement voisine le soit.

Si nous considérons, d'autre part, la matière traitée, un chromosome par exemple, nous devons le considérer lui-même comme hétérogène. Depuis le début de ce travail, nous avons eu à étudier une sensibilité différentielle : des cellules entre elles ; des constituants cellulaires entre eux ;

et, maintenant, nous sommes amenés à nous demander s'il n'existe pas une radiosensibilité différentielle, au sein même du chromosome, entre ses divers constituants. En effet, en irradiant une cellule avec une dose de radiation bien inférieure à celle produisant une agglutination totale, nous pourrions obtenir des « agglutinations localisées », suivies ou non de pulvérisation localisée se traduisant par une fragmentation du matériel chromatique.

Mais alors pourquoi les radiations produisent-elles aussi des agglutinations totales ? Ce n'est là qu'une simple question de temps d'irradiation ou d'agent radiant employé. Reprenons l'expression si imagée de *Dognon*, qui compare l'action des radiations à l'effet que produirait un tir de mitrailleuse. Si avec une arme pareille on tire sur un régiment en marche, on aura des morts, des blessés et des hommes indemnes. Mais si l'on tire sur le même régiment des heures durant, ou si on se sert d'une arme perfectionnée pouvant tirer dix fois plus de projectiles, par exemple, dans la même unité de temps, on pourra anéantir totalement l'objectif. Il en est de même de l'action des radiations.

Voyons comment on peut appliquer ces considérations aux chromosomes.

On sait que les cellules sexuelles subissent, à un moment donné de leur développement, à la méiose, la réduction chromatique qui fait passer leur nombre de chromosomes de $2n$ à n , de façon qu'après l'amphimixie de deux gamètes haploïdes, on obtienne à nouveau un être normal diploïde à $2n$ chromosomes. Sans qu'on puisse parler ici d'agglutination, les radiations peuvent perturber la division réductionnelle de la méiose, et donner naissance ainsi à des gamètes diploïdes $2n$ par non disjonction totale. Si deux de ces gamètes copulent ils donneront naissance à des êtres tétraploïdes, qui seront atteints de gigantisme. On pourra trouver également des êtres triploïdes, produits de féconda-

tion d'un gamète diploïde avec un gamète normal. Mais cette absence de réparation des chromosomes à la méiose peut très bien ne s'étendre qu'à un nombre restreint de chromosomes et donner naissance après fécondation à des êtres simplement hyperploïdes (*Patterson - 1932 - e -*). On peut donc trouver toute une gamme d'êtres haploïdes, hyperploïdes ou tétraploïdes. Daleq a cependant démontré qu'on ne pouvait jamais obtenir le développement d'un être sous-haploïdique.

Cette *non disjonction* peut ne porter que sur un seul chromosome, amenant ainsi un phénomène de *duplication* (*Dobzhansky - 1932 - b; Helwig - 1933 - a*). Mais nous savons que parmi les chromosomes il en est un, l'hétérochromosome, dont la présence décide du sexe de l'individu qui en est porteur. A la méiose, après irradiation, il peut y avoir non disjonction de l'hétérochromosome, et même fragmentation et « non disjonction » d'un fragment. Les gamètes produits vont alors donner naissance à des êtres intersexués, hyper ou hyposexués. L'irradiation d'une gonade va donc amener des troubles dans la proportion des sexes ou « sex-ratio », et dans la sexualité des individus (*Grebb - 1933; Mavor - 1924 - a; Mayor - 1921; Mohr - 1918; Muller and Dippel - 1926; Nadson et Philippov 1925; 1926; Parkes 1925; Patterson - 1931 - a; Pirocchi - 1933; Toumanoff et Veretennikoff - 1930*).

Tout ce que nous venons de décrire a porté sur un trouble de la disjonction au moment de la méiose, mais des modifications peuvent apparaître dans les chromosomes d'une cellule haploïde ou diploïde en dehors de la méiose. Les chromosomes ont une individualité propre et les radiations en les fragmentant peuvent amener une redistribution des fragments, sans atteinte de la masse totale qui reste égale à elle-même. C'est ce que l'on appelle « *des dislocations chromosomiques* ». Elles ont été souvent étudiées (*Navashin - 1931 - ; Patterson - 1929; 1930 - a; 1930 - b;*

1931 - a). Il peut donc se produire des échanges interchromosomiques (*Dobzhansky - 1932 - c*) et l'on appelle « *translocation* », la fragmentation d'un chromosome avec rattachement du fragment à un autre chromosome *non homologue*. Les auteurs qui ont étudié ce dernier phénomène sont très nombreux, les principaux sont: *Atta - 1932; Dobzhansky - 1929; 1930; 1931; 1932 - a -; 1932 - b; Emerson et Sturtevant 1931; Hertwig P. 1932 - a; Lewitzky Araratian, Mardjanishvel et Shepeleva - 1931; Muller et Altenburg - 1930; Nabours et Robertson - 1933; Oliver 1932; Patterson - 1932 - a -; 1932 - c; Roades - 1931 -; Snell, Bodemann et Hollander - 1934; Carteldeg et Blakeslee - 1934*).

Toutes ces modifications concernant la topographie des chromosomes, provoquent chez les individus qui en sont porteurs des troubles dans leur hérédité, créant ainsi des mutations, dites chromosomiques, en raison de leur cause.

8. — MODIFICATIONS INFINITÉSIMALES

MUTATIONS FACTORIELLES

La radiosensibilité différentielle précédemment constatée au sein même du chromosome, et l'action des radiations « en grèle de quanta », nous font présumer des altérations pouvant en atteindre une infime partie seulement. Aussi devons-nous nous demander maintenant quels sont les constituants de ce chromosome. Il contient les gènes autrement appelés facteurs ou hérédons, qui matérialisent dans les gamètes, le caractère héréditaire correspondant à ce gène. Ce sont, en somme, les *unités héréditaires* ou *atomes biologiques* (*J. Rostand - 1928 - pg. 35*). *Muller - 1928 -* pense

que les gènes se composent d'une seule molécule, ou, tout au moins, de molécules toutes différentes, tandis que *Gowen and Gay - 1933 - b* - croient qu'ils doivent se composer d'une quinzaine de molécules de protéine, de dimensions moyennes. Quoiqu'il en soit, ce dernier auteur nous signale que par diverses méthodes employées en génétique on est arrivé à déterminer dans les chromosomes de la *Drosophile* près de 14.380 gènes héréditaires ou « *loci* ».

Leur répartition est-elle quelconque sur les divers chromosomes ? Et sont-ils en plusieurs couches ou plusieurs rangées dans le sein de chacun d'eux ? A la première partie de ce problème, les auteurs américains ont déjà répondu. Ils ont démontré, toujours chez la *Drosophile*, en utilisant très souvent les radiations comme agent mutationnel, que chaque gène occupe toujours la même place dans le même chromosome. Quand, à la suite d'une altération quelconque, un caractère héréditaire manque, ils ont pu démontrer cytologiquement que le gène ou locus correspondant est altéré. Ils sont arrivés ainsi à déterminer une carte topographique de chaque chromosome ou « *Mapping* ».

Quant à la distribution, elle est linéaire. Les loci sont placés, les uns à la suite des autres. Comme on les retrouve toujours à la même place et sur le même chromosome, on doit se représenter ce dernier comme un *puzzle linéaire* dont chaque partie ne peut occuper qu'une place bien déterminée dans l'ensemble de par la conformation de ses contours. Les liaisons d'ordre physique ou physico-chimique, qui relient les gènes entre eux, sont suffisamment différentes les unes des autres, pour qu'ils ne puissent se placer que suivant un ordre bien défini et toujours semblable à lui-même ; et c'est bien leur position sur les chromosomes organisés en phase distincte et en mitose normale. Dans le cas de division réductionnelle, il faut noter

que les gènes homologues d'origine parentales, vont se séparer pour aller chacun vers un gamète haploïde.

Mais à ce moment-là, sont-ils absolument indépendants les uns des autres comme semblerait l'exiger la loi de Mendel sur la ségrégation indépendante des caractères parentaux ? Ils ne le sont pas tout à fait puisque les statistiques prouvent que certains caractères semblent plus souvent associés qu'ils ne devraient l'être s'ils subissaient une ségrégation vraiment indépendante. On dit, dans ce cas, qu'ils sont associés ou « *linked* ». Quand ce « *linkage* » ne se fait pas on dit alors que les deux caractères subissent un « *cross-over* », ou phénomène d'entrecroisement de caractères, entre chromosomes homologues. Prenons un exemple. Le gène déterminant chez l'Homme la couleur des yeux est bien différent de celui déterminant la couleur des cheveux, et pourtant ces deux gènes sont linked, puisque le gène « cheveux blonds » est le plus souvent associé à celui de « yeux bleus » ; de même que le gène déterminant le caractère « cheveux noir », est le plus souvent associé à celui déterminant le caractère « yeux noirs ». Mais il y a bien deux gènes différents puisqu'ils subissent quelquefois, mais rarement, un crossing-over et que l'on voit apparaître des individus blonds à yeux noirs ou bruns à yeux bleus.

Ce « *linkage* » peut aussi se produire sur l'hétérochromosome et tous les gènes dont le sort sera lié à cet hétérochromosome seront dits « *sex-linked* ».

Quels troubles vont apporter les radiations sur ce matériel biologique si bien organisé ? Nous connaissons déjà l'action agglutinante des radiations que nous verrons réapparaître ici dans la théorie du « Punkwârme » ou de l'agglutination locale infinitésimale. Des gènes pourront être détruits et plusieurs cas pourront se produire : Si le gène correspondait à un caractère mendélien dominant, nous

verrons le caractère homologue récessif passer à l'état de dominance puisqu'il est désormais seul à diriger l'hérédité de ce caractère morphologique. Si le gène détruit était récessif, la mutation produite sera plus difficile à mettre en évidence. Notons que dans le cas de destruction complète d'un gène dominant ou récessif, l'individu ne pourra se développer si ce gène n'est pas dans son bagage héréditaire. Ce sera précisément le cas où l'individu considéré sera homozygote pour le gène mutant, et ceci nous explique clairement pourquoi tant de mutations récessives ou dominantes sont léthales, si le porteur est homozygote pour cette mutation.

La destruction du gène peut ne pas être totale et l'examen des faits nous amène à penser que la dominance ou la récessivité d'un caractère, est fonction d'une « quantité » de matière composant le gène. Quand un facteur dominant perd une partie de ses constituants, il pourra ainsi passer à l'état de récessivité, cédant la place au caractère homologue récessif qui va ainsi le supplanter. Mais il ne faut pas que la « diminution » de gènes soit trop importante. Il faut qu'il puisse subsister une quantité de matière suffisante à former un caractère récessif. Ici apparaît une notion de seuil comme nous en avons trouvé pour le développement de l'individu tout entier, Daley ayant démontré que le développement d'un être ne pouvait jamais être obtenu s'il était sous-haploïdique.

Les radiations peuvent aussi modifier la constitution d'un gène sans le détruire complètement. Cette modification peut ne pas être définitive et une lente « restitutio ad integrum » peut s'établir. Ceci nous explique ces mutations temporaires ou mutations réversibles qui disparaissent après quelques générations. On peut trouver aussi un phénomène inverse. Une altération légère, insuffisante à provoquer une modification héréditaire visible, peut être faite à un gène que l'on rendra instable pour ainsi dire, et prêt à muter à la moindre occasion. C'est le cas décrit par les auteurs, où nous voyons une mutation ou une va-

riation, ne s'installer qu'à la deuxième ou troisième génération après l'irradiation.

Disons enfin que le trouble apporté par la radiation peut n'affecter que les liaisons des gènes entre eux. Aucune étude n'a été faite pour savoir si des caractères primitivement indépendants, étaient « linked » après irradiation ; mais le phénomène inverse plus facile à étudier a été suivi par de nombreux auteurs. On a constaté la diminution de la force de liaison de deux gènes associés, et par conséquent la « cross-over value » a été nettement augmentée.

Les considérations sur les constituants des chromosomes nous a donc amené à étudier les modifications subies par les gènes après irradiation et par conséquent à décrire quel peut être le mécanisme possible des mutations.

9. — MUTATIONS NOUVELLES PROVOQUÉES PAR LES RADIATIONS

D'après ce que nous venons de voir, on serait tenté de croire que seule une destruction de matière où la suppression d'une liaison entre gènes pouvaient être à la base d'une mutation. Les auteurs pensent toutefois que la mutation peut parfaitement se produire par un mécanisme de transformation des constituants des gènes. *Muller - 1930 - b* dit que la mutation n'est pas une perte de quelque chose, mais un changement. C'est aussi l'opinion de *Timofeeff-Resowsky - 1929 - b* - démontrant également que les rayons X n'agissent pas seulement par malformation, mais aussi par transformation. Enfin, *Patterson et Muller - 1930* ainsi que *Haskins - 1934* pensent que les modifications moléculaires ou atomiques subies par les constituants des gènes pouvaient bien conduire à l'édification de molécules nouvelles pouvant être aussi compliquées ou même davantage que les anciennes. Les radiations en matière d'hérédité ne sont pas seulement des agents destructeurs. Elles peuvent être considérées dans certains cas comme des agents édificateurs de gènes nouveaux par transformations constructives.

Mais, dans les expériences de laboratoire a-t-on vu naître des mutations nouvelles ? Disons d'abord que dans ces expérimentations, on note toujours chez les animaux en expérience l'apparition de mutations déjà existantes à l'état naturel (*Muller - 1930 - a - b -*). Aussi, quelques auteurs, et principalement *Mme Dobrovolskaïa-Zawadskaïa - 1929 - 1934 -* se servent-ils de cette constatation pour affirmer que les radiations n'ont jamais créé une mutation nouvelle, mais qu'elles ne font que « révéler » une mutation latente, préexistante dans le bagage héréditaire de l'individu. Cette opinion a été affirmée avec insistance au premier Congrès de Radiobiologie de Venise de 1934, par *Mme Dobrovolskaïa-Zawadskaïa*. Quelques chercheurs cependant affirment que dans leurs élevages soumis aux radiations, des mutations nouvelles peuvent apparaître (*Grossman et Smith - 1933 ; Stubbe - 1930 - a - ; Grüneberg - 1929 ; Hanson - 1928 - b - ; Mme V. Henri - 1914 -*).

Ces deux opinions sont-elles vraiment opposées ? Oui, si les partisans de la première classent l'ensemble des êtres vivants en deux catégories bien distinctes : les espèces ou variétés possédant des mutations latentes et les espèces qui n'en possèdent pas.

Mais nous pensons que ce qu'il faut considérer dans cette question, c'est le « potentiel de mutabilité » des espèces qui peut présenter toute la gamme des valeurs depuis le zéro qui correspond aux espèces définitivement fixées, figées, immuables, correspondant certainement aux « vieilles branches », aux « fin de Races », de l'arbre généalogique des êtres vivants jusqu'au potentiel de mutabilité maximum que l'on trouve chez les « jeunes rameaux » qui cherchent encore leur position. Entre ces deux, se trouve toute la série des potentiels variant d'une manière continue vers les deux extrêmes. Or, les auteurs sont unanimes à reconnaître que l'irradiation *augmente toujours le taux mutationnel*. Mais alors on peut concilier les deux opinions qui semblaient primitivement opposées. Les radiations semblent bien révéler une mutation préexistante se

produisant naturellement mais très rarement. Cependant elles peuvent donner aussi l'impression de créer des mutations nouvelles correspondant aussi à des mutations préexistantes dont le taux mutationnel était presque nul. Dans ces conditions, on peut dire qu'elles ont bien créé une mutation nouvelle puisque sans elles elle ne se serait jamais produite.

10. — IRRADIATION PRÉCONCEPTIONNELLE CHEZ LA FEMME

A cause de tous ces troubles apportés par les radiations sur l'hérédité, la question se pose de savoir si l'on peut irradier un ovaire de femme sans danger pour ses enfants à venir.

Deux opinions semblent opposées. Nous trouvons d'abord celle des théoriciens qui, se référant aux résultats expérimentaux décrits chez les animaux, recommandent la plus grande prudence. Ils s'appuient sur quelques observations d'avortements ultérieurs à un traitement radiothérapique. (*Schöuholz - 1925 ; Murphy - 1929 - a -*) ; sur des naissances d'enfants chétifs pouvant présenter quelques malformations (*Murphy - 1929 - a - b - ; Murphy et Goldstein - 1929 - ; Schöuholz - 1925 - ; Seynsche - 1926 -*).

D'autres auteurs, sans être affirmatifs, recommandent aussi la prudence (*Borak - 1932 - ; Huet et Sobel - 1930 - a ; Martin - 1930 ; Pankow - 1930*).

Enfin, de nombreux chercheurs se fiant à des statistiques assez probantes, disent qu'on ne peut transposer à l'espèce humaine des résultats positifs incontestables, mais relevés chez des animaux trop éloignés de nous dans l'échelle zoologique (*Findley - 1930 ; Heim - 1928 ; Joly - 1931 ; Kaplan - 1928 ; Krupski et Eisenberg - 1928 ; Lacomme - 1931 ; Naujoks - 1929 ; Nurnberger - 1926 - 1930 ; Robinson - 1928 ; Schmitt - 1928 ; Lamarque - 1933 - 1934*).

Il est certain que l'étude des faits semble leur donner raison, les malformations sont plutôt rares, mais cependant la plus grande prudence semble devoir être observée

car l'ovule peut toujours subir des altérations chromosomiques qui détermineront des malformations identiques à celles observées après irradiation post-conceptionnelles.

Il peut sembler curieux que l'on n'ait pas plus de malformations, mais nous pensons qu'il faut noter que l'irradiation se fait à l'âge adulte et que la période de sensibilité maximale pour les troubles héréditaires correspond à la méiose. C'est en pleine poussée d'ovogénèse que le danger serait plus grand.

11. — RADIATIONS NATURELLES ET MUTATIONS NATURELLES RADIOMUTATIONNISME

Nous avons vu que les radiations pouvaient augmenter le taux mutationnel. Les radiations naturelles ne pourraient-elles pas influencer ou déclencher dans la nature les mutations naturelles que l'on trouve à l'état spontané dans les élevages et chez les animaux à l'état sauvage ? On conçoit que l'expérimentation soit particulièrement difficile. Mais le fait doit être considéré comme probable. Aussi des auteurs comme *Muller - 1928 ; Hanson et Heys - 1930*, le pensent-ils. *Olson et Lewis - 1928* ont même essayé de le prouver par le calcul. Pour eux, la radiation naturelle pouvant produire dans un centimètre cube d'air six ionisations par seconde, doit occasionner, en agissant un an, deux variants pour mille. Or, chez la plante normale, à l'état de nature, on trouve que cette proportion est de deux à quatre pour mille. Aussi concluent-ils à la production de variations par la radioactivité du milieu.

Les mutations ou les variations naturelles sont-elles plus stables que celles obtenues par irradiation au radium ou aux rayons X ? En général, oui, et le fait s'explique aisément. Pour obtenir une mutation par irradiation, on est obligé d'exposer les gamètes à l'agent radiant qui agit « comme un tir de mitrailleuse » mais dont le bombardement est très intense. Le gène mutant n'est pas le seul

atteint par les « projectiles ». Ceux-ci ont certainement produit de nombreux dégâts sur l'ensemble des gènes de l'individu provoquant peut-être des mutations non encore révélées mais qui ont affaibli l'individu. Nous pensons que là est la cause de la fragilité des mutants expérimentaux. Que penserait-on d'un homme qui voudrait faire une petite transformation à un mur et qui se servirait pour cela d'une équipe nombreuse de terrassiers aveugles tous armés de pics et de pioches ? La modification voulue serait peut-être faite, mais de quels dégâts inutiles ne serait-elle pas accompagnée ? C'est très exactement une chose analogue que l'on fait quand on « bombarde » avec ces armes à tir ultra-rapide que sont le radium ou les rayons X pour obtenir une altération d' « UN » gène.

Dans la nature, au contraire, le « bombardement » est beaucoup moins intense et le hasard peut faire que le gène qui possédait précisément dans les chromosomes le taux mutationnel le plus élevé, soit uniquement touché. Les mutations naturelles seront donc plus stables et plus viables. Les gènes qui présentent une plus grande radiosensibilité peuvent être quelconque, c'est-à-dire correspondre à un caractère important ou secondaire pour l'individu. Comme la mutation peut être constructive ou destructive, les mutations naturelles se feront donc dans n'importe quel sens : favorables ou nuisibles à l'espèce. La sélection naturelle se chargera d'éliminer les déshérités de la nature.

Ce « hasard » qui préside à l'action des radiations sur l'hérédité peut nous aider à écarter quelques arguments que l'on opposait au mutationnisme. La radiation, invisible à nos yeux et aveugle quant à son objectif, frappe au hasard l'ensemble des gènes et cela nous permet de comprendre qu'une mutation puisse se produire dans n'importe quel sens et sans raison apparente.

Puisse le radiomutationnisme réhabiliter le mutationnisme et lui faire à nouveau jouer un rôle dans le Transformisme.

III

CONCLUSIONS

Dans la première partie de notre travail, nous avons étudié d'abord l'action excitante des radiations sur la mitose et nous avons vu qu'elle pouvait s'expliquer par la production d'une ionisation s'effectuant au sein même des corps biologiques et, de part et d'autre, des membranes de séparation.

Nous avons examiné ensuite l'action amitotique et, à ce sujet, s'est amorcé une étude de la radiosensibilité différentielle. Nous nous sommes occupés d'abord de celle des cellules entre elles. L'ensemble des travaux passés en revue nous a permis de constater que les cellules sont d'autant plus radiosensibles que leurs colloïdes sont plus dispersés ; il nous est permis de supposer, en outre, qu'il y a une corrélation étroite entre cette dispersion colloïdale et l'âge où la différenciation des cellules considérées.

De plus, la radiosensibilité différentielle des divers temps de la mitose, nous a permis de constater que l'état de gel semi-solide était plus sensible aux radiations que l'état de gel semi-fluide ou de sol.

Nous avons pensé enfin que si nous désignons par V le potentiel vital d'une cellule et par D son potentiel de différenciation, nous pourrions écrire que sa radiosensibilité, R_s , est fonction du potentiel vital et du produit du potentiel vital par le potentiel de différenciation, soit :

$$R_s = V + VD$$

Dans la deuxième partie de notre travail, nous avons continué l'étude de la radiosensibilité différentielle, en comparant d'abord la sensibilité relative du cytoplasme et du noyau. Ce dernier étant beaucoup plus sensible à l'ac-

tion des radiations, et l'élimination d'une plus ou moins grande partie de la chromatine pouvant ne pas entraver l'évolution ultérieure de la cellule, nous avons pu étudier le rôle de la chromatine dans la cytodierèse et celui des chromosomes dans l'évolution. La chromatine agit par sa seule présence, qu'elle soit organisée ou non, et la radio-chromatine peut parfaitement permettre l'évolution des cytaster dont l'ampleur est fonction de la quantité de chromatine présente. Il n'en est pas de même des chromosomes dont l'intégrité doit être totale, sur un stock haploïde au moins, pour permettre une bonne gastrulation, base d'un développement normal.

Poursuivant notre étude de la radiosensibilité différentielle, nous avons examiné d'abord celle des chromosomes entre eux, et au sein même des chromosomes, celle des gènes entre eux. Ceci nous a conduit à considérer les mutations chromosomiques et factorielles que l'on peut produire par irradiation des gamètes. Nous pensons que le moment le plus favorable pour étudier cette action et rechercher les mutations qu'il est possible d'obtenir est la méiose à l'instant même de la division réductionnelle. L'irradiation en pleine gamétogénèse doit donner, d'après nous, les meilleurs résultats.

Nous avons considéré ensuite l'action des radiations sur les mutations et nous avons vu qu'elles agissent en augmentant le taux de mutabilité, faisant apparaître ainsi des mutations qui ne se seraient peut-être jamais produites. On peut donc dire que les radiations peuvent produire des mutations nouvelles et, selon nous, la fragilité des mutants expérimentaux est due au fait qu'en plus de leurs mutations visibles, ces individus sont probablement porteurs de mutations ou d'altérations invisibles qui peuvent les rendre très délicats.

Nous pensons que les radiations naturelles sont à la base des mutations naturelles et que le radiomutationnisme, facteur important du transformisme n'est pas une simple vue de l'esprit.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACQUA (C.) 1933. — Rayons mitogénétiques. Un nouvel appareil pour leur détermination. Doutes sur leur existence. *Boll. Staz. Bachigelsicoltura. Ascoli, Piceno* XII; 157-161; 1933.
2. ALBERTI (W.) und POLITZER (G.) 1923. — Effets des rayons de Röntgen sur la division cellulaire. *Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw. Mech. C.* 83-110; 1923.
3. ALBERTI (W.) et POLITZER (G.) 1924. — L'action des rayons de Röntgen sur la division cellulaire. 2^e mémoire. *Arch. f. Mikro. Anat. u. Entw. Mech.* CIII; 283-307; 27 fig.; 1924.
4. ALTENBURG (Edgar) 1928. — La limite de longueur d'onde efficace dans la production de mutations. *Amer. Natur.* LXII, 540-545; 1928.
5. ALTENBURG (E.) 1933. — Production de mutations par l'ultra-violet. *Science*, 587, déc. 1933.
6. ALVERDES (F.). 1921. — L'action du Radium sur les spermatozoïdes de cyclops et le comportement de leur noyau après la fécondation. *Arch. f. Entw. Mech. d. Org.*, XLVII, H. 3; 1921.
7. AMATO (A.) 1920. — L'action des substances radioactives sur la croissance des tissus cultivés in vitro. *Annali di clinica Medica*, 15 mars 1920.
8. ANCEL (P.) et LALLEMAND (S.) 1928. — Sur la protection contre l'action des rayons X par une irradiation préalable (Radiophylaxie). *C. R. Soc. Biol.* xcix; 1588; 1928.
9. ANCEL (P.) et VINTEMBERG (P.) 1924 a. — La sensibilité d'une cellule aux Rayons X est-elle plus grande au cours de la mitose que pendant le repos? *C. R. Soc. Biol.* xci; 1271; 1924.

10. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1924 b. — Action accélératrice des rayons X sur le développement embryonnaire. *C. R. S. Biol.*, 4 juillet 1924. T. xci, p. 606, n° 26.
11. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER 1924 c. — Influence de l'activité cellulaire sur la manifestation des lésions produites dans le blastoderme de l'œuf de poule par les rayons X. *C. R. Soc. Biol.* xci, 1924, n° 37, p. 1425.
12. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1924 d. — De l'action des rayons X sur la segmentation et la gastrulation chez *Rana Fusca*. *C. R. Soc. Biol.*, xci, 1267; 1924.
13. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER 1925 a. — Sur l'évolution comparée de l'embryon et du blastoderme dans les œufs soumis à l'action des rayons X. — *C. R. Soc. Biol.* xcii, n° 3, p. 172.
14. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1925 b. — Influence de la rapidité d'évolution de l'œuf irradié de *Rana* sur la durée de sa survie. *C. R. Soc. Biol.* xcii, 281; 1925.
15. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1925 c. — Sur la radiosensibilité des cellules en caryocinèse. *C. R. Soc. Biol.* xcii, 986; 1925.
16. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1925 d. — Sur la radiosensibilité cellulaire. *C. R. Soc. Biol.*, xcii, 517; 1925.
17. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1925 e. — Etude de l'action des rayons X sur le développement embryonnaire. *Archives de Biol.*, xxxv, 1-43; planche 1; 1925.
18. ANCEL (P.) et VINTEMBERGER (P.) 1928. — Sur l'effet du fractionnement des doses de rayons X et l'hypersensibilité des cellules en mitose. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 852; 1928.
19. ANCEL (P.) et WOLFF (Etienne) 1933. — Sur la réalisation expérimentale des monstruosités. *C. R. Soc. Biol.*, cxii; 798; 1933.
20. ANCEL (S.) 1925 a. — Sur les variations dans la manifestation des lésions produites par les rayons X dans les graines en fonction du temps écoulé depuis l'irradiation. *C. R. Soc. Biol.* xcii; 1669; 1925.
21. ANCEL (S.) 1925 b. — Sur les variations dans la manifestation de la lésion produite par les rayons X dans les graines en fonction de la température à laquelle elles se développent après l'irradiation. *C. R. Soc. Biol.*, xciii; 1671; 1925.
22. ANCEL (S.) 1925 c. — Sur un phénomène de pseudo-excitation déterminé par les rayons X sur les bourgeons dormants cotylédonaire de la lentille. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, lxi; 1084-1088; 1925.
23. ANCEL (S.) 1925 d. — De la conservation de la lésion produite par les rayons X chez les graines sèches. *Bull. Soc. Bot. Fr.* lxxii; 991-995; 1925.

24. ANCEL (S.) 1926 a. — De l'influence accélératrice des rayons X sur le développement des plantes. *Arch. de Phys. Biol.* V. 106; 118; 1926.
25. ANCEL (S.) 1926 b. — Recherche du meilleur test de la radio-réaction des graines de légumineuses. *Bull. Soc. Bot. de Fr.* LXXIII; 72-73; 1926.
26. ANCEL (S.) 1927 a. — Le retard de développement déterminé par l'application des rayons X sur les graines, est-il dû à une action sur les réserves ? *Bull. Soc. Bot. Fr.* LXXIV; 12; 17; 1927.
27. ANCEL (S.) 1927 b. — Sur la cumulation des effets lésants, déterminés par l'action successive de deux facteurs sur des graines de Légumineuses. *Bull. Soc. Bot. Fr.* LXXIV; 346; 349; 1927.
28. ANCEL (S.) 1927 c. — Sur les variations de sensibilité aux rayons X de graines germées suivant le stade du développement. *C.R. Soc. Biol.* xcvi; 986; 1927.
29. ANDERSON (E. G.), 1931. — Etudes d'individus exceptionnels obtenus après traitement aux rayons X chez *Drosophila*. *Genetics*, xvi; 386-396; 1931.
30. ANDRES (A.), 1932. — Etudes cellulaires sur le cancer humain. La formule chromosomale dans la tumeur primaire et dans la métastase. *Ztschr. f. Zell. und Mikrosk. Anat.* xvi; 88-122; 61 fig.; 1932.
31. ANIKIN (A. W.) 1926. — Le système nerveux comme source de radiation mitogénétique. *Arch. Entw. Mech.* cviii, 609-616; 1926.
32. APPELL-DUCLAUX (Germaine) ; FISCHGOLD et CHARLES (François), 1934. — Qu'est-ce que le rayonnement mitogénétique de Gurwitsch ? *Bull. officiel de la Société française d'Electrothérapie et de Radiologie*. Fév. 1934.
33. ARIOLA (V.). 1925. — Action du Radium sur les œufs d'Echinodermes. *Atti. Soc. Ligust. Sci. e lett. N. S.* iv; 194-203; 1925.
34. ARNAUDI (C.) e VENTURELLI (G.) 1934. — L'action du Radium sur les tumeurs végétales. *Rev. de Biol.* xvi; 61-79, 8 fig; 1934.
35. ARNTZEN (LEIF) et KREBS (Carl.) 1925. — Etude sur l'effet biologique des rayons X filtrés et non filtrés d'après leur effet sur des pois. *Acta Radiologica*. Vol. iv, fasc. 1, p. 5-31.
36. ARTOM (Cesare), 1922, a. — Observations préliminaires sur la radiosensibilité de la spermatogénèse oligopyrénique de *Paludina Vivipara*. *Atti R. Accad. Lincei* xxxi 130 et 524; 1922.
37. ARTOM (Cesare), 1922, b. — Recherches sur les variations de la radiosensibilité des spermatocytes oligopyréniques de *Paludina Vivipara*. *Atti. R. Accad. Lincei* xxxi 130 et 524; 1922.

38. ASCHKINASI et CASPARI, 1900. — Sur l'influence des radiations dissociantes sur les substances organisées, principalement sur l'action bactéricide des rayons Becquerel. *Arch. Ges. Phys.* LXXXVI, 603-649.
39. ATTA (E. W. Van), 1932. — Couleurs oculaires dominantes chez *Drosophila*. *Amer. Natur.* LXVI; 93-95; 1932.
40. AVERSENQ, DELAS, JALOUSTRE et MAURIN, 1924. — Action du Thorium X sur la maturation des œufs, la germination des graines et l'accroissement des plantes. *C. R. Ac. des Sciences*, T. 178; p. 1431; 28 avril 1924.
41. BABCOCK (E. B.) et COLLINS (J. L.), 1929, a. — Rayonnement ionisant naturel et mutation. *Nature*. 227; août 1929.
42. BABCOCK (E. B.) et COLLINS (J. L.), 1929, b. — Une radiation naturelle ionisante influence-t-elle de taux des mutations? *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xv. 623-628; 1929.
43. BAGG (HALSEY) (J.), 1922. — Perturbations provoquées dans le développement des mammifères par l'émanation du Radium. *Radium. I. New Ser.* N° 2; 20 pg.; 15 fig.; 1922.
44. BAGG (HALSEY) (J.), 1925. — Anomalies héréditaires des viscères - I - Etude morphologique des anomalies et spécialement des reins, des descendants de souris soumises aux rayons X. *Amer. Journal. Anatomy.* xxxvi, 275-311; 4 pl.; 1925.
45. BAGG (J.) (HALSEY). 1926. — L'état actuel de nos connaissances sur l'action des irradiations sur les organes génitaux et les produits de conception. *Amer. Journ. of Roentgenol. and Rad. Ther.* xvi, n° 6; décembre 1926; pg. 529.
46. BAGG (H. J.) and KITTLE (C. C.), 1924. — Anomalies héréditaires dans la descendance de souris exposées aux rayons de Roëntgen. *Amer. Journ. Anatomy* xxxiii; 119-146, 3 pl.; 1924.
47. BALDWIN (W. M.), 1919. — Action des rayons ultra-violets sur le développement de l'œuf de grenouille. *Biol. Bull.* xxxvii; 294-311; 16 fig.
48. BALDWIN (W. M.), 1920, a. — Effets produits par l'énergie des rayons X agissant sur les œufs de grenouille durant les premiers stades du développement. *Science*, 3 sept., 229; 1920.
49. BALDWIN (W. M.), 1920 b. — La production artificielle de monstres montrant des altérations localisées résultant de l'action des rayons X. *Amer. Journ. Physio.* LII, n° 2; 296-303; 1920.
50. BALDWIN (W. M.), 1921, — La production artificielle d'une syringomyélocite chez le Têtard au moyen des rayons X. *Anal. Record*, xxii, n° 5; 20 décembre 1921.

51. BALLI (R.), 1934. — Effets biologiques des rayons X sur les tissus normaux. 1^{er} Congrès intern. Radiobiol., Venise 1934.
52. BALTZER (F.). 1910. — Sur la relation qui existe entre la chromatine, le développement et l'hérédité chez les Echinodermes hybrides. *Arch. f. Zellforsch. Bd V*. 1910.
53. BARDEEN (C. R.), 1907. — Développements anormaux d'œufs de crapauds, fécondés par des spermatozoïdes, irradiés aux rayons X. *Journ. exp. zool.*, 4, p. 1; 1907.
54. BARDEEN (C. R.), 1909. — Variation de la radiosensibilité des œufs d'Amphibiens aux différents stades du développement. *The Anat. Record*. Vol. III; p. 163; 1909.
55. BARLOW LAZARUS (W. S.). 1919. — Quelques effets biologiques de faibles quantités de radium. *Arch. of radiologie and electrotherapy*; n° 227; juin 1919; p. 1 à 12.
56. BARLOW LAZARUS (W. S.) and BONNEY (Victor), 1909. — Influence de la Radioactivité sur la division des cellules animales. *Arch. off. Th. Middlessex Hospital*. Vol. 15; 1909.
57. BARON (M. A.), 1926. — Sur la radiation mitogénétique chez les Protistes. *Arch. f. Entw. Mech.* cviii; 617-633; 3 fig.; 1926.
58. BARON (M.). 1930. — Analyse de l'induction mitogénétique et de son importance pour la biologie de la levure. *Planta*, X; 28-83; 26 fig.; 13 tabl.; 1930.
59. BARTH (L. G.). 1929. — Effets des rayons X sur les spermatozoïdes de la Drosophile. *Physiol. Zoology II*; 172-180; 1929.
60. BATAILLON (E.), 1927. — Les croisements chez les Urodèles et l'Androgénèse hybride. *C. R. Soc. Biol.* xcvi, 1715; 1927.
61. BATAILLON (E.) et TCHOU-SU. 1929. — Analyse de la fécondation chez les Batraciens par l'hybridation et la polyspermie physiologique. *Arch. f. Entw. Mech.* cxv ; 707-778 ; 40 fig. ; 2 pl. ; 1929.
62. BATEMAN (J. B.), 1934. — Radiation mitogénétique et bioluminescence. *Nature*, 860 ; juin 1934.
63. BAUR (E.) und HARTMANN (M.), 1927. — Traité de génétique en 3 volumes par 30 collaborateurs. *Born Träger*, édit. Berlin 1927. I.
64. BAUR (Erwin), 1932. — L'influence d'irritations chimiques et physiques sur le degré de mutabilité d'*Antirrhinum majus*. *Zeit. f. und Abst. u. Wererungslehre*, LX; 466-473; 1932.
65. BECKER (Johannes Peter) und FREYTAG (Siegfried), 1932. — Transformations de quelques substances importantes en biologie par les rayons de Roëntgen. *Pflüger's Archiv.* ccxxxi ; 26-32 ; 4 fig. ; 1932.

66. BENEDETTI (E.), 1929. — Quelques effets de l'irradiation avec les rayons ultra-violet sur les œufs de grenouille et de crapaud. *Boll. Soc. it. Biol. Sper.* IV ; 835-838 ; 1929.
67. BENOIT (Jacques), 1930. — Contribution à l'étude de la lignée germinale chez le Poulet. Destruction précoce des gonocytes primaires par les rayons ultra-violet. *C. R. Soc. Biol.* CIV ; 1329 ; 1930.
68. BERGAUER (Vlad.), 1928. — Quelques observations sur les radiations mitogénétiques de Gurtwitsch. *C. R., Ass. Anat., 23^e Réunion, Prague*, 46-48 ; 1928.
69. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1904, a. — Action des rayons X sur le testicule du Rat blanc. *C. R. Soc. Biol.* I. 154 ;
70. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1904, b. — Action des rayons X sur les spermatozoïdes de l'homme. *C. R. Soc. de Biologie* 56 ; p. 595 ; 1904.
71. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1904, c. — Lésions du testicule obtenues avec des doses croissantes de rayons X. *C. R. Soc. Biol.* I ; 1029 ;
72. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1906, a. — Interprétations de quelques résultats de la Radiothérapie et essai de fixation d'une technique rationnelle. *C. R. Ac. Sc.*, 143 ; 1906 ; pg. 983.
73. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1906, b. — Action des rayons X sur le testicule. *Arch. d'électricité médicale*, 14 ; p. 779-823-874-911 ; 1906.
74. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1907, a. — Processus involutif des follicules ovariens après roentgenisation de la glande génitale femelle. *C. R. Soc. Biol.* I ; 105 ; 1907.
75. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1907, b. — Altération de la glande génitale interstitielle après roentgenisation de l'ovaire. *C. R. Soc. Biol.* I ; 274 ; 1907.
76. BERGONIÉ et TRIBONDEAU, 1907, c. — Influence des rayons X sur la fécondité des lapins. *C. R., Soc. Biol.* I ; 478.
77. BERGONIÉ (J.) et TRIBONDEAU (L.), 1908. — Conséquences théoriques et pratiques de l'action des rayons X sur les glandes génitales. *Arch. d'électr. médicale*, 16 ; pg. 560 ; 1908.
78. BERGONIÉ (J.), TRIBONDEAU (L.) et RECAMIER, 1905. — Action des rayons X sur l'ovaire de la lapine. *C. R. Soc. Biol.* I ; 284 ;
79. BERSA (Egon), 1928. a. — Recherches radiologiques, II. Sur l'effet des rayons de Röntgen sur la caryocinèse dans les extrémités radiculaires de *Zea Mays*. *Sitz. ber. der Akad. d. Wiss. in*

Wien. Math. - Nat. wiss. Kl. Abd. I. cxxxix ; 383-401 ; 3 fig. ; 1928.

80. BERSA (Egon). 1928, b. — Recherches radiologiques. III. Sur l'effet des rayons de Röntgen sur la respiration des extrémités radiculaires de *Vicia faba*. *Sitz. ber. der Akad. d. Wiss. in Wien. Math. - Nat. wiss. kl. Abd. I.* cxxxix ; 403-419 ; 4 fig. ; 1928.
81. BIANCHI (G.), 1929. — Sur l'action stimulante des rayons X et du radium. *Rivista di Radiologia e fisica medica*. Vol. I ; fasc. 2 ; marzo 1929 ; p. 154.
82. BIDDAU (Iginio), 1932. — Etude sur le pouvoir mitogénétique du sang chez l'enfant. *Radiobiologia*. T 1 ; fasc. 2 ; pg. 3-19 ; juillet 1932.
83. BISCEGLIE (V.) et BUCCIARDI (G.), 1928-29. — Les modifications fonctionnelles et structurales des cultures du cœur embryonnaire de Poulet soumises à l'action des substances radioactives. *Arch. f. exper. Zellfors.* VII ; 444-483 ; 15 fig. ; 1928-29.
84. BLACHER (L.-J.) et BROMLEY (L. W.), 1931. — Les rayons mitogénétiques au cours de la régénération de la queue chez les Urodèles. *Arch. f. ur Entw. Mech.* cxxxiii ; 240-265 ; 4 fig. ; 1931.
85. BLACHER (L. J.) et HOLZMANN (O. G.), 1931. — Les rayons mitogénétiques pendant la métamorphose chez les Urodèles. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxxiii ; 230-239 ; 1931.
86. BLACHER (L. J.), HOLZMANN (O. G.), LIOSNER (C. O.), und WORONZOWA (M. A.), 1933. — Autres recherches sur les radiations mitogénétiques pendant la métamorphose des Amphibiens. *Radio-biologia* T. 1 ; Fasc. 3 ; pg. 19-28 ; décembre 1933.
87. BLACHER (L. J.), und LIOSNER (L. D.), 1932. — Etude sur l'irradiation mitogénétique du sang. I. - Irradiation mitogénétique du sang des Amphibiens pendant la métamorphose. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxvii ; 364-369 ; 1 fig. ; 1932.
88. BLACHER (L. J.) et SAMARAJEW (W. n.), 1930. — Les centres d'organisation de *Hydra fusca* en tant que sources de radiations mitogénétiques. *Biol. Zentralbl. L.* 624-633 ; 1930.
89. BLACHER (L. J.), WORONZOWA (M. A.), LIOSNER (L. D.) et SAMARAJEW, 1931. — Les rayons mitogénétiques comme agent stimulant de la croissance du membre antérieur au cours de la métamorphose chez *Rana Temporaria*. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxiv, 138-153 ; 3 fig. ; 1931.
90. BLUHM (A.), 1928. — Quelques questions à propos de la conception de la mutation. *Biol. Zentrbl.* XLVIII, 641-648 ; 1928.

91. BOHN (G.), 1903. — Action des rayons de Radium sur les téguments. *C. R. Soc. Biol.* LV.
92. BOHN (G.), 1903. — Comparaison entre les effets nerveux des rayons de Becquerel et ceux des rayons lumineux. *C. R. Ac. Sc.* CXXXVII ; 883-885 ;
93. BOHN (G.), 1903. — A propos de l'action toxique de l'émanation du Radium. *C. R. Soc. Biol.* LV ; 1655.
94. BOHN (G.), 1903, a. — Influence des rayons du Radium sur les animaux en voie de croissance. *C. R. Ac. Sc.* CXXXVI ; 1012-1013.
95. BOHN (G.), 1903, b. — Influence des rayons du Radium sur les œufs vierges et fécondés et sur les premiers stades du développement. *C. R. Ac. Sc.* CXXXVI ; 1085-1086.
96. BORAK (J.), 1932. — Sur la possibilité et la probabilité de lésions germinatives après l'irradiation ovarienne. *Strahlentherapie*, Bd. XLV ; Hft. 4 ; 1932 ; pg. 751-758.
97. BORODIN (Dmitri N.), 1934. — Effet macroscopique des rayons mitogénétiques et méthode planimétrique de la culture en goutte. 1^{er} Congrès intern. Radiobiolo. Venise 1934.
98. BORMAN (Milton), 1927. — Modifications histologiques du nœud sino-auriculaire et des sinus adjacents chez le chien, après action de l'émanation du Radium. *Amer. Journ. of Roentgenol. a Rad. Ther.* XVIII, n° 2, août 1927, pg. 111.
99. BOVIE (W. T.), 1925. — Rapports entre les dominantes physiologiques et les effets biologiques des rayons X. *Amer. Journ. of Roentgen. a Rad. Ther.* XIII ; n° 4 ; avril 1935 ; pg. 307.
100. BRAMBELL (F. W. R.) and PARKES (A. S.), 1927. — Changements dans l'ovaire de la souris par exposition aux rayons X. Irradiation d'adultes non reproducteurs. *Proc. Roy. Soc. London.* B. 170 ; 316-327 ; 1927.
101. BRAMBELL (F. W. R.), PARKES (A. S.) and UNA FIELDING, 1927. — Changements dans l'ovaire de la souris après exposition aux rayons X. II. Irradiation à la naissance ou avant celle-ci. *Proc. Roy. Soc. London.* B. 707 ; 95-114 ; 1927.
102. BRAMBELL (U. R.), PARKES (A. S.) and FIELDING (U.), 1927. — Changements dans l'ovaire de la souris par exposition aux rayons X. I. Irradiation à l'âge de 3 semaines. *Proc. Roy. Soc. London* B. 706 ; 29-56 ; 1927.
103. BRAMBELL (F. W. R.), FIELDING (U.) and PARKES (A. S.), 1928. — Changements dans l'ovaire de la souris à la suite de l'irradiation par les rayons X. Partie IV : Le corps jaune dans l'ovaire stérilisé et quelques expériences finales. *Procced. Roy. Soc. London* B. 719 ; 385-396 ; 1928.

104. BRAUN (A. D.), 1934. — La lipolyse comme source de rayons mitogénétiques. *Nature*. cxxxiv ; 536 ; 1934.
105. BRAUNER (R.) et SORU (E.), 1933, a. — Variations en fonction du temps de l'effet mitogénétique produit par le *Bacillus tumefaciens* sur la moelle osseuse du lapin. *C. R. Soc. Biol.* cxii ; 1122 ; 1933.
106. BRAUNER (R.) et SORU (Eugène), 1933, b. — Action à distance des réactions oxydantes sur la moelle osseuse du lapin. Apparition de caryocinèses atypiques. *C. R. Soc. Biol.* cxiv ; 297 ; 1933.
107. BRAUNSTEIN (A. E.) et HEYFETZ (P. A.), 1933. — Glycolyse et rayonnement mitogénétique du sang dans le cancer expérimental. *Biochem. Zt.* cclxix ; 175-179 ; 1933.
108. BRAUNSTEIN (A. E.) und POTOZYK (A.), 1932. — Recherchs ur le chimisme des radiations mitogénétiques I. Les réactions d'oxydation comme source des radiations mitogénétiques. *Bioch. Zt.* ccxlix ; 270-281 ; 1932.
109. BRAUNSTEIN (A. E.) und POTOZYK (A.), 1934. — Recherches sur le chimisme du rayonnement mitogénétique iv. Sur la spécificité des spectres mitogénétiques de réactions d'oxydation et les bases du rayonnement mitogénétique dans la physique atomique. *Biochem. Zest.* cclxviii ; 422-443 ; 1934.
110. BRIDGES (C. B.) and DOBZHANSKY (Th.), 1933. — La mutation « Proboscipedia » chez *Drosophila melanogaster*. Un cas d'Homœose héréditaire. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxvii ; 575-590 ; 15 fig. ; 1933.
111. BRITTINGHAM (W. H.), 1931. — Variations provoquées par le radium chez l'*Oenothère*. *Science* 463 ; nov. 1931.
112. BROADFOOT (W. C.), 1932. — Possibilités de radiations naturelles des pechblendes du Grand lac des Ours et rapport avec les mutations de Genes. *Science*. 334 ; mars 1932.
113. DE BROGLIE, 1923. — Propriétés des radiations de très courtes longueurs d'onde. *Congr. Assoc. Franç. Avanc. Sciences* Bordeaux août 1923.
114. BROMLEY (N. W.), 1931. — L'influence de la cicatrisation primaire d'une plaie sur l'origine des rayons mitogénétiques dans cette plaie. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxiii ; 274-278 ; 1931.
115. BRUNST (V. V.) und SCHEREMETJEWA (E. A.), 1933. — Recherches sur l'influence des rayons X sur la régénération des pattes chez le Triton. I. Observation sur la régénération des pattes chez le Triton après rayonnement avec des doses variées de rayons X. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxviii ; 181-215 ; 24 fig. ; 1933.

116. BRUYNOGHE (R.), 1927. — Quelques indications sur l'action du Radium en biologie. *Rev. questions scientifiques* (4) - xi ; 59-69; 1927.
117. BRUYNOGHE (R.) et MAISIN (J.), 1925. — Action des rayons β et γ du radium sur la pousse des racines de *Pisum Sativum*. *C. R. Soc. Biol.* xciii ; 851 ; 1925.
118. BUCHHOLZ (J. T.) and BLAKESLEE (A. F.), 1930. — Expériences sur *Datura* avec le Radium. I identification et transmission de caractères léthals pour la croissance du tube pollinique dans les descendants F_1 de parents traités par le radium. *Journ. of Heredity* xxi ; 119-129 ; 15 fig. ; 1930.
119. BUGINI (F.), 1934. — Expériences électromagnétiques sur *Papaver Somniferum*. 1^{er} Congr. intern. Radiobiol. Venise, 1934.
120. BUTLER ELMER (G.), 1932. — Sur quelques réactions cellulaires aux rayons X. *J. Exp. Biol.* ix ; 107-115 ; 4 pl. ; 1932.
121. BUTLER ELMER (G.), 1933. — Les effets des rayons X sur la régénération du membre antérieur de larve d'*Amblystoma*. *Journ. Exp. Zool.* lxxv ; 271-315 ; 1933.
122. CALO (A.), 1932. — Cultures de tissus dans le plasma des animaux irradiés. *Strahlentherapie*. Bd. xlv, Hft. 3 ; 1932 ; pg. 487-502.
123. CANONICO (A.), 1933. — Recherches expérimentales sur l'action des radiations mitogénétiques de Gurwitsch sur l'éclosion des œufs de vers à soie. *Boll. Staz. Bach. Gelsicoltura Ascoli. Picenso*. xii ; 179-206 ; 1933.
124. CANTI (R. G.), 1930. — Effets biologiques des irradiations du radium. *Acta Radiologica*. Vol. x, fasc. 4 ; p. 320 ; 331.
125. CANTI (R. G.) and DONALDSON. 1926. — Effet du radium sur la mitose in vitro. *Proceed. Roy. Soc. London. B.* 705 ; 413-419 ; 1926.
126. CANTI (R. G.) et SPEAR (F. G.) 1927. — Effet de l'irradiation gamma sur la division cellulaire dans la culture des tissus in vitro. *Proceed. Roy. Soc. London B.* 714 ; 92-101 ; 1927.
127. CANTI (R. G.) et SPEAR (F. G.) 1929. — Effets des rayons gamma sur la division cellulaire chez les tissus cultivés in vitro II. *Proceed. Roy. Soc. London. B.* 734 ; 93-98 ; 1929.
128. CARTLEDGE (J. L.) and BLAKESLEE (A. F.) 1934. — Augmentation du taux de mutations par le vieillissement des graines, prouvée par l'avortement du pollen. *Proceed. Nat. Acad. Sci. Washington* xx ; 103-110 ; 1 fig. ; 1934.
129. CASATI (Annibale) 1932. — Recherches expérimentales sur le pouvoir mitogénétique du sang dans l'ergosterisme. *Radiobiologia*, tome I, fasc. I ; pages 7 à 11 ; 21 avril 1932.

130. CASTALDI (Luigi). 1931. — Travaux ultérieurs sur les radiations mitogénétiques I. *Bibliographie des radiations mitogénétiques. Scritti biologia*, vi; 183-194; 1931.
131. CASTALDI (Luigi). 1934. — Effets biologiques des ondes de Hertz. *Premier Congrès internat. Radiol. Venise* 1934.
132. CASTEEL (D.B.) 1929. — Etude histologique des yeux de *Drosophila* traités par les rayons X. *Journ. Exp. Zoo.* LIII; 373-381; 1929.
133. CERNOVODEANU (E.) et HENRI (V.) 1910. — Etude de l'action des rayons ultra-violet sur les microbes. *C. R. Ac. Sc.* CL; 52-54.
134. CHEMIN (E.) 1930. — Action des radiations ultra-violettes sur les spores et les germinations des floridées. *C. R. Ac. Sc.* 27 octobre 1930, t. CXCII; p. 727.
135. CHISTIAUSEN WERNER. 1929. — Le problème de la menotoxine et les rayons mitogénétiques. *Ber. d. deutsch. bot. ge.* XLVII; 357-370; 7 fig.; 1929.
136. CHOUCROUN (Mlle) 1929. — Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique. *C. R. Ac. Sc.* CLXXXIX; 782; 1929.
137. CHOUCROUN (Nine). 1930. a. — Sur l'hypothèse de radiations mitogénétiques. *Journ. Mar. Biol. Ass.* XVII; 65-74; 1930.
138. CHOUCROUN (Nine). 1930. b. — Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique. *Ann. Physiol. et Physicochimie. Biol.* VI; 331-345; 1930.
139. CHOUCROUN (Mlle N.) 1931. — Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique agissant sur la multiplication des bactéries. *C. R. Acad. Sc.* CXCII; 1674; 1931.
140. CHRUTSCHOFF (G. K.) 1930. — Au sujet des causes de la croissance tissulaire in vitro. I Les sources des rayons mitogénétiques dans les cultures tissulaires. *Arch. f. exper. Zellforsch.* IX; 203-213; 2 fig.; 1930.
141. CLARK (G. L.) et BORUFF (C. S.) 1929. — Effets des rayons X sur les bactéries. *Science* 74. Juillet 1929.
142. CLUZET (J.) et BASSAL (L.) 1908. — De l'action des rayons X sur l'évolution de la mamelle pendant la grossesse. *Journal Anat. Phys.* 453-459; 1908.
143. CLUZET (J.) et KOFMAN (T.) 1930. — De l'action des différentes radiations sur les anneaux de Liesegang. *C. R. Soc. Biol.* CIV; 1001; 1930.
144. COCKERELL (T.D.A.). 1930. — Radiation et génétique. *Amer. Nat.* LXIV; 474-476; 1930.
145. COLDWATER (K. B.) 1930. — Action des rayons X sur la régénération chez *Lineus socialis*. *Anat. Record.* XLVII; 286; 1930.

146. COLWELL (Hector), A. GLASTONE (Reginald J.) and Wakeley (Cecil P.P.) 1926. — Action des rayons X sur les embryons de Poulet en voie de développement. *Journ. of. Anat.* LX; 207-228; 6 fig.; 1926.
147. CORNET (P.) et GILLES (Ed.) 1933. — Resistance de l'*Elodea canadensis* à des expositions même prolongées aux radiations émises par la lampe à vapeur de mercure. *C. R. Soc. Biol.* cxii; 890; 1933.
148. COUTELEN (F.) 1929. — Action in vitro des radiations ultra-violettes sur le sable hydatique. *Am. Parantol. hum. et comp.* vii; 274-279; 1929.
149. COX (S. F.) 1931. — Sensibilité des cellules in vitro aux rayons X. *Arch. exp. Zellfors.* xi; 121-131; 6 fig.; 2 tab.; 1931.
150. COXELLA (E.) 1930. — Influence des rayons de Roëntgen sur le développement des embryons de Teleosteens. *Rev. de Biol.* xii; 93-117; 1930.
151. CROWTHER (J. A.) 1926. — Action des rayons X sur *Colpidium Colpoda*. *Proceed. Roy. Soc London. B.* 704; 390-404; 1926.
152. CURTIS (W. C.) 1928. — Problèmes anciens et technique nouvelle. *Science* 141, février 1928.
153. CZAJA (A. Th.) 1930. — A propos de l'influence du produit de broyage de l'oignon sur les anneaux de Liesegang. *Biol. Zentralbl.* L; 577; 1930.
154. CZARNECKI (E.) et JOLLY (J.) 1928. — Action des rayons ultraviolets sur le testicule. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 380; 1928.
155. CZEPA (A.) 1924. — Le problème de l'action excitante des rayons de Roentgen et du radium. *Strahlentherapie Bol.* 16; H. 7; 1924; p. 913.
156. DALCQ (A.) 1927. — La dissociation expérimentale du complexe nucléaire. *Bull. et Ann. de la Soc. Roy. Sciences Méd. et Nat. de Bruxelles* 1927; n° 4, 5, 6, 7; p. 83-95.
157. DALCQ (A.) 1928. — Les bases physiologiques de la fécondation et de la parthénogénèse. *Les problèmes biologiq. Les Presses Universitaires de France*, 276 p.; 66 fig.; 1928.
158. DALCQ (A.) 1929, a. — Le rôle dynamique des chromosomes dans la Caryocinèse et la Plasmodiérèse. (D'après les expériences sur l'œuf de *Rana fusca* et *Rana esculenta*). *C. R. Soc. Anat.*, 23^e réunion, Bordeaux, 1929; 6 fig.; 176-192.
159. DALCQ (A.) 1929, b. — A propos de l'effet de l'irradiation des gamètes chez les Amphibiens. (Quelques précisions sur le rôle des chromosomes et du suc nucléaire dans la transmission de l'effet de Latence). *Arch. d'Anat. microscop.*, tome xxv; 1929; 336-371; 9 fig.

160. DALCQ (A.) 1930. — Interprétation cytologique des effets sur la gastrulation, de l'irradiation d'un des gamètes, chez *Rana Fusca*. *C. R. Soc. Biol.* civ; 1055; 1930.
161. DALCQ (A.) 1931. — Contribution à l'analyse des fonctions nucléaires dans l'ontogénèse de la grenouille I. Etude cytologique des œufs fécondés par du sperme trypaflaviné. *Arch. Biol.*, tome xli; fasc. 2; 1931; p. 143-220; 17 fig., 2 pl.
162. DALCQ (A.) 1932. — Contribution à l'analyse des fonctions nucléaires dans l'ontogénèse de la grenouille. IV. Modification de la formule chromosomale. *Arch. de Biol.* xliii; 343-366; 1 pl.; 2 fig.; 1932.
163. DALCQ (A.) et SIMON (S.) 1930. — Analyse de la segmentation de l'œuf de grenouille par l'irradiation combinée des deux gamètes. *C. R. Assoc. Anatomistes*. xxv^e Réunion Amsterdam, 1930.
164. DALCQ (A.) et SIMON (S.) 1931. — Contribution à l'analyse des fonctions nucléaires dans l'ontogénèse de la grenouille. III. Etude statistique et cytologique de effets de l'irradiation d'un des gamètes sur la gastrulation chez *Rana Fusca*. *Arch. de Biol.* xlii; 107-165; 20 fig.; 1931.
165. DALCQ et SIMON (S.). 1932. — Contribution à l'analyse des fonctions nucléaires dans l'ontogénèse. II. Le rôle dynamique des chromosomes mis en évidence par lésions mécaniques ou irradiation des gamètes, *Protoplasma*. Tome xiv, n° 4; 1932; 497-555; 11 fig.; 1 pl.
166. DANIEL 1932. — Roëntgenthérapie, fécondité et eugénisme. *Bull. de la Société de Radio. Méd. de France*, février 1932; n° 186; p. 91.
167. DAUTCHAKOFF (V.) 1933. — Cellules germinatives et gonade. V; la stérilisation des gonades par les rayons X. *Ztschr. f. Zellf. und Mikrosk. Anat.* xviii; 56-109; 9 fig.; 1 pl.; 1933.
168. DAUTCHAKOFF (V.) et LACASSAGNE (A.). 1932. — Stérilisation par les rayons X de l'ébauche gonadique du Poulet. Ses effets sur le développement de la gonade. *C. R. Soc. Biol.* cix; 1067; 1932.
169. DANYSZ (J.). 1902. — De l'action du radium sur les différents tissus. *C. R. Ac. Sc.* cxxxvii 1296-1298.
170. DANYSZ (J.). 1902. — Sur l'action pathogène des rayons et des émanations émis par le radium sur les différents tissus et différents organismes. *C. R. Ac. Sc.* cxxxvi; 461-464.
171. DAUPHIN (J.) 1903. — Influence des rayons du radium sur le développement et la croissance des champignons inférieurs. *C.R. Ac. Sc.* cxxxviii; 154-156;

172. DAWSON (A.B.). 1927. — Etude histologique de la réaction de la muqueuse intestinale de chiens irradiés, plus spécialement de la formation de cellules géantes. *Journ. exp. zool.* XLVI; 409-467; 1927.
173. DELAGE (Y.). 1913. — La parthénogénèse peut-elle exister dans l'espèce humaine? *Biologica*, n° 29; 129-135;
174. DELAGE (Yves) et GOLDSMITH (M.) 1922. — La parthénogénèse naturelle et expérimentale. *Biblioth. de Philos. Scient. E. Flammarion* 350 pg; 1922.
175. DELLA VALLE. 1909. — L'organisation de la chromatine étudiée d'après le nombre des chromosomes. *Arch. Zool.*, vol. IV; 1909.
176. DELLA VALLE 1912. — La morphologie de la chromatine du point de vue physique. *Arch. Zool.*, vol. VI; 1912.
177. DEMEREC (M.) 1933. a. — L'effet du dosage des rayons X, sur la stérilité et le nombre des gènes léthaux chez *Drosophila melanogaster*. *Proc. Nat. Acad. Sc. Washington*, XIX; 1015; 1020; 1933.
178. DEMEREC (M.) 1933. b. — Qu'est-ce qu'un gène? *Journ. of Heredity* XXIV; 368-378; 5 fig.; 1933.
179. DEMEREC (M.). 1934. — Effet des rayons X sur la vitesse de transformation du gène instable miniature 3 chez *Drosophila viridis*. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* XX; 28-31; 1934.
180. DEMEREC (M.) and FERROW (J. S.). 1930. — Rapport entre le dosage des rayons X et la fréquence des non disjonctions primaires des chromosomes X chez *Drosophila Viridis*. *Proc. Nat. Acad. Sc. Washington* XVI; 711-714; 1930.
181. DESSAUER 1925. — Sur l'action biologique des rayons de Roëntgen. *Fortschr. auf d. geb. der Röntg. Bd* 32; Hft. 3-4; août 1925.
182. DESSAUER (F.) 1931. a. — Au sujet des processus essentiels de l'action des rayons. *Arch. exp. Zellfors.* XI; 65-88; 10 fig.; 1931.
183. DESSAUER (F.) 1931. b. — Remarques sur les preuves physiques de l'irradiation mitogénétique de Gurwitsch. *Arch. exp. Zellfors.* XI; 33-37; 1 fig.; 1931.
184. DESSAUER (F.) et RAJEWSKY (B.) 1931. — Recherches sur le problème fondamental de l'action biologique des rayons. In *Zehn Jahre Forschung auf dem physikalisch. Mediz. nischen Grenzgebiet*. Dessauer, éd. Leipzig 176-235; 1931.
185. DIXON (U. H.) 1930. — Mécanisme de la variation. *Nature* 992. Juin 1930.

186. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.). 1927. — Etude sur les effets produits par les rayons X dans le testicule de la souris. *Arch. Anat. Micros.* xxiii; 396-438; 11 fig.; 1927.
187. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.). 1929. a. — L'irradiation des testicules et l'hérédité chez la souris. *Archives de l'Institut du Radium de l'Université de Paris et de la Fondation Curie*, vol. I; fasc. III; p. 359-400; 1 pl.; 1929.
188. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.) 1929 b. — Le problème de l'espèce à propos de l'origine de quelques formes nouvelles de souris. *Biolog. Reviews*, Cambridge, iv. 327-351; 4 pl.; 1929.
189. DOBROVOLSKAÏA-ZAVADSKAÏA (N.). 1934. — Une mutation de la queue survenue dans la descendance des souris mâles à testicules irradiés. 1^{er} Congrès Intern. Radiobiolog. Venise 1934.
190. DOBZHANSKY (Th.). 1929. — Translocation homozygote chez *Drosophila melanogaster*. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xv; 633-638; 1929.
191. DOBZHANSKY (Th.) 1930. — Translocations concernant le 3^e et le 4^e chromosome chez *Drosophila*. *Genetics* xv, 347-399; 2 planches; 1930.
192. DOBZHANSKY (Th.) 1931. — Translocations concernant le second et le quatrième chromosome chez *Drosophila*. *Genetics* xvi; 629-658; 1931.
193. DOBZHANSKY (Th.). 1932. a. — Etude sur la conjugaison des chromosomes. Translocations entre le second chromosome et le chromosome Y chez *Drosophila melanogaster*. *Zert. f. und Alest. u. Vererungslehre*. LX; 235-286; 1932.
194. DOBZHANSKY (Th.). 1932. b. — Carte cytologique du chromosome X chez *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentralbl.* LII. 493-509; 1932.
195. DOBZHANSKY (Th.). 1932. c. — La mutation « baroïd » chez *Drosophila melanogaster*. *Genetics* xvii; 369-392; 1932.
196. DOGNON (A.), 1925, a. — La mesure et l'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'onde. *Th. Fac. Méd. Strasbourg*, 1925.
197. DOGNON (A.), 1925, b. — La mesure et l'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'onde. *Archiv. de Physique biologique* iv; 87-182; 1925.
198. DOGNON (A.), 1925, c. — Action biologique sur l'œuf d'*Ascaris* de rayons X monochromatiques de différentes longueurs d'onde. *Č. R. Acad. Sciences. T.* CLXXX; 1925, pg. 694.

199. DOGNON (A.), 1926. — La mesure et l'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'onde. *Journal de Radiol.*, t. x, 1926 ; pg. 145.
200. DOGNON (A.), 1930. — Les notions récentes sur le mécanisme d'action des radiations ; intervention des quanta dans les réactions biologiques. *Revue d'actinologie et de Physiothérapie*, Nov.-Déc., 1930.
201. DOGNON (A.), 1933, a. — L'action biologique des rayons X de différentes longueurs d'onde. *Bulletin officiel de la Soc. d'Electrothérapie et de Radiol.* Janv. 1933.
202. DOGNON (A.), 1933, b. — Action des rayons X monochromatiques de longueur d'onde différente sur l'œuf d'*Ascaris*. *C. R. Ac. Sc.*, 6 fév. 1933. T. cxcvi, pg. 437.
203. DOGNON (A.) et PIFFANET (C.), 1931. — L'action immédiate des rayons X sur un protozoaire (*Paramécie*). *C. R. Soc. Biol.* T. cvii ; pg. 1272 ; 1931.
204. DOGNON (F.) et TSANG. 1930. — Les rayons secondaires et leur action biologique. *Revue d'actinologie et de Physiothérapie*. Juillet-août, 1930.
205. DOLJANSKI (L.), 1932. — La croissance des cultures tissulaires et la radiation de Gurwitsch. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxvi ; 207-212 ; 1 fig. ; 1932.
206. DOLJANSKI (L.), TRILLAT (J.-J.) et LECOMTE DE NOÛY. 1930. — L'action des rayons X sur les cultures de tissus in vitro. *C. R. Ac. Sc.*, cxc, 1147 ; 1930.
207. DOLJANSKI (L.), TRILLAT (J.-J.), LECOMTE DE NOÛY (P.) et ROGOZINSKI (A.), 1931. — L'action des rayons X sur les cultures de tissus in vitro. *C. R. Acad. Sc.* cxcii ; 304 ; 1931.
208. DOREFMAN (W.) und SARAFANOW (W.), 1932. — Le rayonnement mitogénétique et la fécondation. *Protoplasma* xv ; 616-619 ; 1932.
209. DOUAY. 1931. — Une observation de Roentgentherapie au cours de la grossesse. *Bull. Soc. d'Obst. et Gynecol.* Juillet 1931.
210. DUCCESCHI (V.), 1934. — Action biologique des rayons cosmiques. 1^{er} Congrès intern. Radiol. Venise 1934.
211. DUNCKER (H.), 1930. — Rayons de Roentgen et lésions germinatives. *Strahlentherapie*. Bd. xxxvii ; Hftt 1 ; 1930 ; pg. 142-163.
212. DUNNING (W. F.), 1931. — Etude de l'action des rayons X sur l'apparition d'individus anormaux, la proportion des mutations, la vitalité et la fertilité chez une guêpe parasite *Habrobracon juglandis*. *Genetics* xvi ; 505-531 ; 1931.

213. DUSTIN (A.-P.), 1925. — La pycnose expérimentale, ou crise caryo-clasique, réalisée par l'injection de dérivés de l'aniline. *C. R. Soc. Biol.* xciii ; 465 ; 1925.
214. DUSTIN (A. P.), 1925. — Du thymus au cancer. Etude des mécanismes cytorégulateurs chez les Vertébrés. *Bull. Assoc. franç. p. étude du cancer* xiv ; 409-436 ; 6 fig. ; 1925.
215. DUSTIN (A. P.), 1932. — Les radiations à faible dose ont-elles des propriétés excitatrices de la division cellulaire ? (*Réun. dermatol. de Strasbourg*, mars 1932). *Bull. Soc. franç. Dermatol. et Syphili.* Paris, juillet 1932, n° 7 ; pg. 929-946.
216. DYROFF (R.), 1926. — Contributions expérimentales à la question des lésions chez les descendants des irradiés. *Strahlentherapie*. Bd. xxiv ; Hft 2 ; 1926 ; p. 288-312.
217. EFROIMSON (W. P.), 1931. — La production des mutations par les rayons X et le problème de l'évolution générale. *Biol. Zentralbl.* LI ; 491-506 ; 1931.
218. EMERSON STERLING and STURTEVANT (A. A.), 1931. — L'interprétation de la translocation. *Zeit. und. Abst. u. Vererbungslehre.* LIX ; 395-419 ; 1931.
219. EUGSTER (J.) et W. HAUPMANN. 1934. — L'action des radiations pénétrantes du milieu sur la croissance cellulaire. *Strahlentherapie*, Bd xlix ; Hft. 2 ; pg. 223-237 ; 1934.
220. ESDORN (Ilse), 1925. — Recherches sur l'influence des rayons de Roentgen sur les plantes. *Fortschr. anf. d. Geb. der Roentg.* Bd. 33 ; Hft 4 ; juin 1925.
221. FAURE (Maurice), 1928. — Influence des radiations cosmiques sur les états morbides. 1^{re} Conf. Intern. de la Lumière. Lausanne, 1928.
222. FAURÉ-FREMIET (E.). 1913. — Action des rayons ultra-violet sur l'œuf de l'*Ascaris megalocephala*. *C. R. Ac. Sc.* CLVII ; 145-147.
223. FAURÉ-FREMIET (E.). 1925. — La cinétique du développement. Multiplication cellulaire et la croissance. *Les problèmes biologiques*, 336 Pg. ; 64 fig. ; Presses Universitaires de France 1925.
224. FEICHTINGER (Nora), 1932. — Action des rayons α et β sur le protoplasma. *Protoplasma* xiv ; 36-51 ; 7 fig. ; 1932.
225. FERGUSON (Alice Jean) und RAHN (Otto), 1933. — Mise en évidence des radiations mitogénétiques par l'accélération de croissance des bactéries. *Arch. fur Mikrobiol.* iv ; 574-582 ; 1 fig. ; 1933.
226. FERNAN (A.), 1925. — Le mécanisme de l'action des rayons sur les tissus. *Strahlentherapie* ; Bd. 19 ; H. 1 ; 1925 ; pg. 142.

231. FOA (A.), 1933, a. — Sur l'action de l'émanation du radium sur certaines cellules ou groupes de cellules. *R. C. Accad. Lincei* xvii ; 578-582 ; 1933.
227. FINDLEY (Palmer), 1930. — L'irradiation pelvienne de la femme enceinte. *Journ. of Amer. Med. Assoc.* t. xcv ; n° 12 ; 20 sept. 1930 ; pg. 857.
228. FIORENTINI (C.), 1933. — Recherches expérimentales sur le pouvoir mitogénétique des ultra-violets sur le *Saccharomýces ellipsoideus*. *Boll. Soc. ital. Biol. sperim.* viii ; 1822-1823 ; 1933.
229. FIORENTINI (G.), 1934. — Recherches expérimentales sur l'action mitogénétique des radiations émises par les lampes à vapeur de mercure. *Radiol. e Fisic. Medic.* 1° S., 1/1 janv. 1934.
230. FLAKS (J.) et GRYNKRAUT (B.), 1934. — Expériences sur l'accroissement des tumeurs et le développement des métastases chez des rats préalablement et totalement irradiés par les rayons X. *Soc. de Biol.* cxv ; 1934 ; pg. 1138.
232. FOA (A.), 1933, b. — Sur l'action de l'émanation du radium sur des cellules isolées ou groupées. *Boll. Soc. ital. Biol. Sperim.* viii ; 298-303 ; 1933.
233. FOLKE SKOOG, 1934. — Effet des rayons X sur l'Hormone de croissance et la croissance des plantes. *Science* 256, Mars 1934.
234. FORBES (A.) and TRACHER (Catherine), 1925. — Modifications du protoplasma des œufs de Nereis par les radiations β . *Amer. Journ. Physiol.* LXXIV ; 567-578 ; 5 fig. ; 1925.
235. FORNERO (A.), 1934. — Action excitatrice du Ra Br filtré sur les cellules des villosités choriales, cultivées in vitro. *Rev. di Biol.* xvi (3) ; 523-543 ; 25 fig. ; 1934.
236. FRAENKEL (M.), 1914. — Expériences de röntgenisation sur des ovaires d'animaux. *Arch. Mikro. Anat.* LXXXIV ; Abt. II ; 8 pg. ; 1 pl. ; 6 fig.
237. FRAENKEL, 1920. — Recherches radiologiques sur les ovaires des animaux. Preuve de l'hérédité des caractères acquis, relations avec le problème du cancer. *Strahlentherapie*. Bd. xii ; H. 1 ; p. 272.
238. FRANCES (A.) FORD (1933). — Effet de l'irradiation roentgenienne sur l'ovaire des chiens de prairie (*spermophiles cettelus tridecem lineatus*). *Radiol.* ; juillet 1933 ; vol. xxi ; n° 1 ; pg. 42.
239. FRANK (G. M.), 1925. — Les lois de la répartition des mitoses dans les vésicules cérébrales et leur importance pour la morphogénèse. *Arch. f. Mikrr Anat. u. Entw. Mech.* civ ; 262-272 ; 8 fig. ; 1925.

230. FRANK (G.), 1929. — Le minimum et le maximum d'excitation mitogénétique et la longueur d'onde des radiations mitogènes. *Biol. Zentralbl.* XLIX ; 129-141 ; 1929.
231. FRANK (G.), 1932. — Sur le moyen de déceler des rayons mitogénétiques par une nouvelle méthode néphélométrique. *Biol. Zentralbl.* LI ; 1 ; 13 ; 1932.
232. FRANK (G. M.) et GURWITSCH (A.), 1927. — La question de l'identité des rayons mitogénétiques et ultra-violets. *Arch. f. Entw. Mech.* CIX ; 451-454 ; 1 fig. ; 1927.
233. FRANK (G.) et KUREPINA (M.), 1930. — L'influence réciproque des œufs d'oursin considérée comme un effet mitogénétique. *Arch. f. Entw. Mech.* CXXI ; 634-638 ; 1930.
234. FRANK (G.) et POPOFF (M.), 1929, a. — Le rayonnement mitogénétique du muscle en contraction. *C. R. Acad. Sci.* CLXXXVIII ; 1010 ; 1929.
235. FRANK (G.) und POPOFF (M.), 1929, b. — Le rayonnement mitogénétique du muscle et son application à l'analyse de la contraction musculaire. *Pflügers Archiv.* CCXXIII, 301-328 ; 10 fig. ; 1929.
236. FRANK (G.) und RODIONOW (S.), 1932. — Etude physique des radiations mitogénétique des muscles et de certaines réactions d'oxydation. *Biochem. Zt.* CCXLIX ; 323-343 ; 1932.
237. FRANK (G.) und SALKIND (S.), 1926. — Les sources de la radiation mitogénétique dans la plantule (14^e communication sur la radiation mitogénétique). *Arch. f. Entw. Mech.* CVIII ; 596-608 ; 12 fig. ; 1926.
238. FRANK (G. M.) et SALKIND (S. J.), 1927. — Sur le rayonnement mitogénétique des œufs d'oursin. *C. R. Acad. Scien.* CLXXXV ; 1218 ; 1927.
239. FRANK (G.) et SALKIND (S.), 1928. — Les radiations mitogènes des œufs d'oursin (21^e communication sur les radiations mitogènes et l'induction). *Arch. f. Entw. Mech.* CX, 626-630 ; 1 fig. ; 1928.
240. FRANK (G.) und SALKIND (S.), 1932. — Quelques observations sur le travail de M. Moissejewa : « A propos de la théorie des radiations mitogénétiques ». *Biochem. Zt.* CCXLVI ; 247-248 ; 1932.
241. FREDERKESE (A. M.), 1928. — Les causes de la mitose. *Zertsch. f. Zellf. u. Mikr. Anat.* VI ; 759-772 ; 1928.
242. FRIESEN (H.), 1933. — Enjambement artificiellement provoqué chez *Drosophila melanogaster* mâles. *Science* 513. Décembre 1933.

243. FUHS (H.) et POLITZER (G.), 1932. — L'action des rayons du radium sur la division cellulaire. *Strahlentherapie*. Bd XLV; Hft. 2; 1932 ; pg. 359-364.
244. GAGER (C.) STUART and BLAKESLEE (A. F.), 1927. — Mutation chromosomique et de gène chez *Datura*, après exposition aux rayons du radium. *Proc. Nat. Acad. Sc. Washington* XIII ; 75-79 ; 1927.
245. GAMBAROW, 1925. — Contribution à l'étude de l'effet soi-disant excitant des rayons X. *Ann. de Roentgen et Radiol.*, t. III ; fasc. 6 ; 1925.
246. GARIPUY (R.) et ESTIENNE (E.) 1919. — Expériences de Ra irradiation transabdominales de femelles gravides en vue de déterminer l'action sur le fœtus. *Bulletin de l'Assoc. franç. pour l'étude du cancer*. T. XVIII; 4 avril 1919; p. 317.
247. GASSUL (R.) und SLEPKOW. 1931. — Recherches expérimentales sur les génovariations de *Drosophila melanogaster* sous l'influence des rayons de Röntgen ou du Radium. *Arch. exp. Zellforsch.* XI; 133-135; 1931.
248. GASSUL (R.) 1927. — L'action des rayons de Röntgen sur les tissus vivants « in vitro ». *Strahlentherapie*. Bd XXVII; Hft. 3; 1927; p. 545-560.
249. GATENBY (J.B.) Mukerji (R. N.) and Wigoder (S. B.) 1929. — Effets des rayons X sur la spermatogénèse de *Abraxas grossulariata*. *Proceed. Roy. Soc. London*, B. 739; 446-468; 1929.
250. GATENBY (J. B.) and WIGODER (S.) 1929. — Effets des rayons X sur la spermatogénèse chez le cobaye. *Proceed. Roy. Soc. London*, B. 731; 351-370; 1929.
251. GAYRAL (François). 1926. — Influence des radiations sur les mutations de l'*Aspergillus niger*. Frères Douladouse. Toulouse 1926.
252. GEIGY (R.). 1927. — Production d'anomalies par exposition de *Drosophiles* aux rayons ultra-violet. *Actes Soc. Helv. Sc. Nat.* CVIII; 191; 1927.
253. GEIGY (R.) 1928. — Castration de mouches par simple exposition de l'œuf aux rayons ultra-violet. *C. R. Soc. Biol.* xcviII; 106; 1928.
254. GESENIUS (H.). 1930. a. — Sur le rayonnement de Gurwitsch du sang humain et sa signification pour le diagnostic du cancer. *Biochem. Zertschr.* CCXXVI; 256-272; 1930.
255. GESENIUS (H.) 1930. b. — Sur les actions des rayons de Gurwitsch sur le métabolisme. *Biochem. Zertschr.* CCV; 358-367; 1930.
256. GESENIUS (H.). 1932. — Le rayonnement du sang et le diagnostic du cancer. *Radiobiol.*, t. I; fasc. 2; p. 33-37; juillet 1932.

257. GIANFERRARI (L.) 1929. a. — Rayons X mortalité et régénération chez les Planaires, *Boll. Soc. it. Biol. sper.* iv; 915-920; 1929.
258. GIANFERRARI (L.) 1929. b. — Rayons X et chondriome chez *Polycelis nigra*. *Boll. Soc. It. Biol. sper.* iv; 921-927, 2 fig.; 1929.
257. GILLES (Ed.). 1934. — Développement des bourgeons axillaires et axillo-cotylédonaires des plantules de *Ervum Lens* sous l'influence des rayons ultra-violet. *Bull. Mens. Soc. Lum. Lyon*, iii; 39-41; 1934.
258. GIRARD (Pierre). 1920. — Radioactivité et vie. in *Année Biologique*. T. 25; 1920-21; 5 pg. en fin de volume.
259. GLASSER (Otto Ph. D.) 1934. — La détection des rayons mitogénétiques. 1^{er} *Congrès internat. Radiobiol. Venise* 1934.
260. GLASSER (C.) et MAUTZ (F. R.) 1933. — Recherches sur l'action des rayons X et des rayons gamma sur les œufs de *Drosophila melanogaster*. *Amér. Journ. of Röntgen. a. Rad. Thér.* xxix; n° 6; juin 1933; pg 815.
261. GLOCHER (R.) 1929. — L'action des rayons de Röntgen sur la cellule au point de vue physique. *Strahlentherapie*. Bd. xxxiii; Hft. 2; 1929; pg. 199-205.
262. GLOCKER (R.) 1933. — Les bases physiques de la radiologie. *Strahlentherapie*. Bd. xlviii; Hft. 1; 1933; pg. 1614.
263. GLOCKER (R.) 1934. — L'action des rayons de Röntgen de différentes longueurs d'onde sur les objets biologiques. *Strahlentherapie* Bd. xlix; Hft 2; p. 251-254; 1934.
264. GLOCKER (R.) et REUSS (A.) 1933. — Sur l'action des rayons de Röntgen de différentes longueurs d'onde sur les objets biologiques. *Strahlentherapie* Bd xlvii; Hft. 1; 1933; p. 137-160.
265. GÖCKEL (A.). 1914. — La radioactivité du sol et des eaux. *Braunschweig. Vieweg et fils*; 1914; 1 vol.; 108 pg.; 10 fig.
266. GODLEWSKI (E.) jun. 1909. — Le problème de l'hérédité, envisagé du point de vue du mécanisme du développement. *Leipzig* 1909.
267. GOLDSTEIN (L.) et MURPHY (D. P.) 1929. — Etiologie des nouveau-nés anormaux après irradiation pelvienne de la mère, II Enfants anormaux nés après irradiation maternelle post-conceptionnelle. *Amer. Journ. of Röntgenol. a. Rad. Thér.*, t. xxii; n° 4; oct. 1929; pg. 322.
268. GOLISCHEWA (K. P.). 1933. — L'analyse spectrale mitogénétique de la radiation du sang sur l'animal vivant. *Biochem. Zt.* cclx; 52-57; 1933.
269. GOŁOWINSKAJA (X). 1927. — L'apparition des formes en mosaïque chez *Lymantria dispar* sous l'influence des rayons ultra-violet. *Biol. Zentralbl.* xlvii; 193-201; 1927.

270. GOLOWINSKAJA (X). 1929. — Modifications produites sur *Sericaria Mori* L. par l'exposition des chenilles aux rayons X. *Revue Zool. Russe* ix-81-102; 1929. (En Russe. Résumé en Allemand.)
271. GOODSPEED (T. H.) 1929. — Production de modifications cytologiques, par irradiation des cellules sexuelles de *Nicotiana Tabacum* Bot. Gazet. LXXXVII; 563-582; II fig.; 1929.
272. GOODSPEED (T. H.) 1930. a. — Hérité chez *Nicotiana Tabacum* ix. Mutations consécutives à un traitement par les rayons X ou le radium. Univ. California Publi. Bot. xi, 285-298; 4 fig.; 1930.
273. GOODSPEED (T. H.) 1930. b. — Présence d'individus tétraploïdes et triploïdes dans des descendances de *Nicotiana Tabacum*, traitées par les rayons X. Univ. California. Publi. Bot. xi; 299-308; 7 fig.; 1930.
274. GOODSPEED (T. H.) 1930. c. — Caractères spéciaux de la méiose chez les descendants de *Nicotiana Tabacum* traités par les rayons X. Univ. California Public. Bot. xi; 309-318; 4 fig.; 1930.
275. GOODSPEED (T. H.) 1932. — Conséquences cytogénétiques du traitement d'espèces de *Nicotiana* par les rayons X et le radium. *Swensk Bot. Tidskr.* xxvi; 147-162; 11 fig.; 1932.
276. GOODSPEED (THOMAS) HARPER and AVERY PRISCILLA (1930). — Nature et importance des altérations chromosomiques provoquées par les rayons X et le radium. *Cytologia* I, 308-327; 4 pl.; 2 tables; 20 fig.; 1930.
277. GOODSPEED (T. H.) and AVERY (P.) 1933. — Hérité chez le tabac. La cytogénétique des « Déformés » résultant de l'action des rayons X. *Genetics* xviii; 487-521; 1933.
278. GOODSPEED (T. H.) et OLSON (A. R.). 1928. a. — Progéniture de cellules sexuelles du Tabac soumises aux rayons X. *Science* 46; janv. 1928.
279. GOODSPEED (T. H.) and OLSON (A. R.). 1928. b. — Production de variations chez des espèces de tabac par action des rayons X sur les cellules germinales. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xiv; 66-69; 1928.
280. GOWEN (John W) and GAY (E. H.) 1933. a. — La fonction eversporiting du chromosome Y chez *Drosophila melanogaster*. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xix; 122-126; 1933.
281. GOWEN (J. W.) and GAY (E. H.) 1933. b. — Nature, nombre et dimensions des gènes chez *Drosophila*. *Genetics* xviii; 1-31; 1933.
282. GRANGER Frank (B.) 1915. — Nouvelles observations sur la production de la stérilité par les rayons X. *Médical record*, 8 mai 1915; p. 776.
283. GRAY (J.) and OUELLET (C.). 1934. — Matûrité mitogénétique apparente de cellules actives. *Proceed. Roy. Soc.* cxiv; B. 786; 1-9; 1934.

284. GREB (Raymond J.). 1933. — Les effets des rayons X sur la production de mâles mosaïques et sur la proportion sexuelle. *Amer. Nature*, LXVII; 88-93; 1933.
285. GRIGOUROFF (G.). 1930. — Action des rayons X sur l'ovaire à la période d'ovogénèse. *Arch. de l'Institut de Radium de Paris. Radiophysiologie et Radiothérapie*, volume II; fasc. I; p. 1-81; 1930.
286. GROEDEL (F. M.) et SCHNEIDER (E.). 1926. — Recherches sur l'action biologique des rayons de Röntgen. *Strahlentherapie. Bd XXIII; Hft. 3*; 1926; p. 411-441.
287. GROSSMAN (Edgar F.) and SMITH THORN. 1933. — Modifications de gènes chez *Drosophila melanogaster*, provoquées par la température. *Amér. Nature*, LXVII; 429-436; 1933.
288. GRÜNEBERG (H.) 1929. — Contribution à l'étude des mutations par les rayons de Röntgen dans le chromosome X de *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentralbl.* XLIX; 680-694; 1929.
289. GRÜNBERG (Hans). 1931. — De la limitation dans le temps de l'action génétique des rayons X chez *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentralbl.* LI; 219-225; 1931.
290. GUILLEMINOT (H.), ZIMMERN (S.). 1914. — Sur la nature des rayons X. *Journal de Radiologie*, t. 1; 1914, 1915 (17-29).
291. GURWITSCH. 1933. — Les excitants de la division cellulaire. *Archives d'électricité médicale et de Physiothérapie du cancer*, décembre 1933.
292. GURWITSCH (A.). 1923. — La nature de l'excitant spécifique de la division cellulaire. *Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw. Mech.* c. II-41; 1923.
293. GURWITSCH (A.) 1924. a. — Sur le rayonnement mitogénétique des tissus animaux. *C. R. Soc. Biol.* xci; 87; 1924.
294. GURWITSCH (A.) 1924. b. — Les problèmes de la mitose et les rayons mitogénétiques. *Bull. d'Histolog. appliquée* I; 486-497; 1924.
295. GURWITSCH (A.) 1924. c. — Les rayons mitogénétiques au point de vue physique. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. Mech.* C. III; 489-498; 1 fig.; 1924.
296. GURWITSCH (A.) 1928. a. — Les problèmes de la mitose et les rayons mitogénétiques. *Bull. d'histologie appliquée*, V; 210-219; 1928.
297. GURWITSCH (A.) 1928. b. — Quelques remarques sur le précédent travail de M. B. Rossmann. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 406-413; 2 fig.; 1928.
298. GURWITSCH (A.) 1929. a. — Les radiations mitogénétiques des feuilles de *Sedum latifolium*. *Biol. Zentralbl.* XLIX; pg. 449; 1929.
299. GURWITSCH (Alexandre). 1929. b. — Sur l'état actuel du problème de la radiation mitogénétique. *Protoplasma*, vi; 449-493; 6 fig.; 1929.

300. GURWITSCH (A.). 1931. a. — La propagation de l'état d'excitation morphogénétique dans les racines d'oignons. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxiv; 357-368; 5 fig.; 1931.
301. GURWITSCH (A.) 1931. b. — Les lois fondamentales de la stimulation mitogénétique. *Arch. exp. Zellfors.* xi; 3-20; 3 fig.; 1931.
302. GURWITSCH (A.) 1932. a. — La radiation mitogénétique du nerf à myéline. *Pflüger's Archiv.* ccxxxi; 234-237; 1932.
303. GURWITSCH (A.) 1932. b. — La radiation mitogénétique. *Springer, édit. Berlin*, 1 vol., 384 pg.; 70 fig.; 1932.
304. GURWITSCH (Alexander) 1932. c. — Le rayonnement mitogénétique des méristèmes. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 1; pg. 15-19; 21 avril 1932.
305. GURWITSCH (A.) 1933. — Rayonnement mitogénétique du nerf. *Nature* 912; juin 1933.
306. GURWITSCH (A.) 1934. — État actuel du problème de la mitogénèse. *Premier Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
307. GURWITSCH (Anna) 1932. — Le rayonnement mitogénétique des voies optiques lors d'une excitation adéquate. *Pflüger's Archiv.* ccxxxi; 255-264; 4 fig.; 1932.
308. GURWITSCH (Anna) 1934. a. — L'excitation mitogénétique du système nerveux central. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* X; 1153-1165; 1934.
309. GURWITSCH (Anna) 1934. b. — L'excitation mitogénétique du système nerveux pendant l'éclairage monochromatique de l'œil. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* x; 1166-1169; 1934.
310. GURWITSCH (L.) 1931. — Les spectres mitogénétiques du carcinome et de l'épithélium cornéen. *Biochem. Zt.* ccxxxvi; 425-431; 1931.
311. GURWITSCH (L.) 1934. — Le spectre mitogénétique des fibres proprioceptives du nerf. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* x; 137-140; 1934.
312. GURWITSCH (L.) et ANIKIN A. 1928. — L'épithélium cornéen comme détecteur et producteur d'irradiation mitogénétique. *Arch. f. Entw. Mech.*, cxiii; 731-739; 2 fig.; 1928.
313. GURWITSCH (A.) et FRANCK (G.) 1927. — Sur les rayons mitogénétiques et leur identité avec les rayons ultra-violet. *C. R. Ac. Sc.* clxxxiv; 903; 1927.
314. GURWITSCH (Alex.) und GURWITSCH (Lydia). 1925. a. — Nouvelles recherches sur les radiations mitogénétiques. *Arch. f. Mikr. Anat. und Entw. Mech.* civ; 109-115; 1 fig. 1925.

315. GURWITSCH (Alex.) und LYDIA. 1925. b. — Sur l'origine des rayons mitogénétiques. *Arch. f. Entw. Mech.* cv; 470-472; 1925.
316. GURWITSCH (Alex.) und LYDIA. 1925. c. — Sur la longueur d'onde présumée des rayons mitogénétiques *Arch. f. Entwicklungsmech.* cv; 473-474; 1925.
317. GURWITSCH (A.) et (L.). 1927. — Sur le rayonnement mitogénétique secondaire. *C. R. Acad. Sc.* CLXXXIV; 841; 1927.
318. GURWITSCH (A.) et GURWITSCH (L.) 1928. — Contribution à l'énergétique de l'induction mitogène et de la réaction de division cellulaire. *Arch. f. Entw. Mech.*, cxin; 740-752; 3 fig.; 1928.
319. GURWITSCH (A.) und GURWITSCH (L.) 1932. a. — L'analyse spectroscopique mitogénétique. Le spectre mitogénétique de la décomposition de l'acide nucléinique. *Biochem. Zt.* CCXLVI; 124-126; 1932.
320. GURWITSCH (A.) und GURWITSCH (L.) 1932. b. — Propagation de l'effet mitogénétique dans les solutions. *Biochem. Z. t.* CCXLVI; 124-126; 1932.
321. GURWITSCH (A.) et (L.) 1932. — Rayonnement mitogénétique et autocatalyse des cellules cancéreuses. *Arch. Biol. Nauk*, xxxii; 352-358; 1932. En Russe.
322. GURWITSCH (A.) et (L.) 1934. — L'analyse mitogénétique spectrale. *Actualités scientifiques*, ns 150; 39 pg; 13 fig. Hermann, édit., Paris 1934.
323. GURWITSCH (Alex.) et GURWITSCH (Nina) 1924. — Nouvelles recherches sur l'irradiation mitogénétique et l'induction des cinèses. *Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw. Mech.* ciii; 68-79; 2 fig.; 1924.
324. GURWITSCH (Lydia) (en collaboration avec Gurwitsch Nina) 1924. — Recherches sur les rayons mitogénétiques. *Arch. f. Mikr. Anat. u Entw. Mech.* ciii; 483-489; 1 fig.; 1924.
325. GURWITSCH (A.) et L. et KISLIAK-STATKEWITSCH (M.). 1929. — Sur le rayonnement mitogénétique du cancer. *C. R. Soc. Biol. C.* 1080; 1 fig.; 1929.
326. GURWITSCH (A.) und L. et VON H. PEREPELKINA. — Contribution à l'analyse de la période de latence de la réaction de division cellulaire. 19^e communication sur la radiation et l'induction mitogénétique. *Arch. f. Entw. Mech.* cix; 362-379; 4 fig.; 1927.
327. GUTTENBERG (H. von). 1928. a. — La théorie des rayons mitogénétiques. *Biol. Zentralbl.* XLVIII; 31-39; 1928.

328. GUTTENBERG (H.) von. 1928. b. — Un mot de conclusion au travail de B. Rossmann. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 414-418; 1928.
329. GUYENOT (E). 1914. — Action des rayons ultraviolets sur *Drosophila ampelophila* Low. *Bull. Scient. Fr. et Belg.* xlviii; 160.
330. HAEMPEL O. und LECHLER (H.) 1931. — Action des radiations ultraviolettes sur les œufs et les larves de Poissons. *Zeitschr. f. Vergl. Physiologie* xiv; 265-272; 1931.
331. HALBERSTAEDTER (L.) und LUNTZ (A.). 1930. — Nouvelles recherches sur l'action des rayons du radium sur *Eudorina elegans*. *Arch. f. Protisteyk.* lxxi; 295-306; 1930.
332. HALBERSTAEDTER (L.) und LUTY (A.) 1929. — L'action du rayonnement du radium sur *Eudorina elegans*. *Arch. f. Protisteyk* lxxviii; 177-187; pl. 1; 1929.
333. HAUSON (F. B.) 1928. a — Effet des rayons X dans la production de mutations de gène de retour. *Science* 562, juin 1928.
334. HAUSON (Frank Blair) 1928. b. — Les effets des rayons X sur la fertilité et la proportion sexuelle chez *Drosophila melanogaster*. *Amér. Nat.*, lxii; 352-362; 1928.
335. HAUSON (F. B.) 1933. — Radiogénétique. *Physiol. Reviews*, xiii, 466-496; 1933.
336. HAUSON (F. B.) et HEYS (F.) 1928. — Effets du radium dans la production des mutations léthales de *Drosophila melanogaster*. *Science* 115; août 1928.
337. HAUSON (Frank Blair) et HEYS (Florence). 1929. a.— Une analyse des effets des différentes radiations du radium dans la production de mutations léthales chez *Drosophila*. *Amer. Natur.* lxiii; 201-213; 1929.
338. HAUSON (Frank Blair) et HEYS (Florence). 1929. b. — Durée des effets des rayons X sur les cellules germinales mâles de *Drosophila melanogaster*. *Amér. Natur.* lxiii; 511-516; 1929.
339. HAUSON (F. Blair) et HEYS (Fl.) 1930. — Relation possible entre rayonnement terrestre naturel et mutations de gène. *Science* 43; janvier 1930.
340. HAUSON (Frank Blair) and HEYS (Florence) 1933. — La relation entre les taux de mutations induites et divers états physiologiques de la *Drosophila*. — I irradiation après inanition; irradiation pendant l'anesthésie complète. *Amer. Nature.* lxxvii; 127-134 et 418-428; 1933.
341. HAUSON (Frank Blair) and HEYS (Florence) and STAUTON (Elisabeth). 1931. — Les effets de l'accroissement du voltage des rayons X sur la production de mutations léthales chez *Drosophila melanogaster*. *Amér. Natur.* lxxv; 134-143; 1931.

342. HASKINS (Caryl P.) 1934. — Récents progrès en Radiogénétique. *Premier Congrès Intern. Radiobiol. Venise* 1934.
343. HASKINS (C. P.) and MOORE (C. N.) 1933. — Base physiologique de la torsion de la tige de diverses plantes. *Science*, 283; mars 1933.
344. HECTOR (A) COLWELL (M.), SIDNEY RUSS et D. P. H. 1915. — Radium Rayons X et cellule vivante. *Londres g. Bell and Sous L. T.D.* 1915.
345. HEIM (K.) 1928. — L'action biologique des rayons de Rœntgen sur l'œuf de Poule. *Strahlentherapie* Bd. xxvii; Hft. 4; 1928; p. 694-710.
346. HEINEMANN. 1933. — Les rayons mitogénétiques du sang et le diagnostic précoce des cancers. *Soc. Belge de cancérologie*, 25 nov. 1933. *Le Cancer*, Bruxelles 1933; 10; n° 4; p. 28-35.
347. HEINEMANN (M.) 1934. — Epreuve physico-chimique pour les rayons mitogénétiques de Gurwitsch. *Nature*. cxxxiv; 700; 1934.
348. HELWIG (Edwin R.) 1933. a. — Effet des rayons X sur les chromosomes d'un orthoptère. *Journal morpho.* LV; 265-297; 2 fig.; 7 pl.; 1933.
349. HELWIG (Edwin R.) 1933. b. — Effet des rayons X sur les chromosomes des circottetis verruculatus. *Amer. Nat.*, LXVII; 62; 1933.
350. HENRI (Mme Victor) 1914. — Etude de l'action métabiotique des rayons ultra-violets. Production des formes de mutation de la bactériedie charbonneuse. *C. R. Ac. Sc.* CLVIII; 1032-1035.
351. HENRI (Mme V.) et HENRI (Victor). 1912. — Différences dans l'absorption des rayons ultra-violets par les divers constituants chimiques du protoplasma. *C. R. Soc. Biol.* LXIII; p. 659.
352. HENRI (Victor) et MAYER (A.). 1903. a. — Action des radiations du Radium sur les colloïdes et sur les ferments solubles. *C. R. Soc. Biol.* I; 229-230.
353. HENRI (Victor) et MAYER (A.). 1903. b. — Action des radiations du Radium sur les colloïdes, l'Hémoglobine, les ferments et les globules rouges. *C. R. Ac. Sc.* cxxxviii; 521-524.
354. HENSHAW (P. S.). 1932. — Etudes de l'action des rayons X sur le temps de premier clivage de certains œufs d'invertébrés marins. I. Restauration après irradiation, des œufs d'*Arbacia*. *Ann. Journ. of Rœntgen. a Rad. Thér.* xxvii; n° 6; juin 1932.
355. HENSHAW (P. S.) et HENSHAW (C. T.). 1933. a. — Influence du développement des œufs de *Drosophile* sur leur radiosensibilité. *Radiolo*, sept. 1933; vol. xxi; n° 3; p. 239.

356. HENSHAW (P.S.) and HENSHAW (C. T.) 1933. b. — Variations de sensibilité des œufs de *Drosophila* aux corpuscules des rayons alpha. *Biolog. Bull.* XLIV; 348-357; 4 fig.; 1933.
357. HERLANT (M.). 1911. — Recherches sur les œufs di et tri-spermiques de grenouille. *Arch. de Biolog.*, t. XXVI, p. 103.
358. HERTWIG (Gunther). 1911. — Irradiation au radium d'œufs de grenouille non fécondés et leur développement après fécondation par des spermatozoïdes normaux. *Arch. fur. Mikroskop. Anat.*, Bd 77; 1911. Abt. II; 165-169; 3 fig.; 3 pl.
359. HERTWIG (Günther) 1912. — Le sort de la chromatine spermatique traitée par le radium dans l'œuf d'oursin. Etude cyto-expérimentale. *Arch. f. Mikrosk. Anat.* Bd 79; Abt. II; 1912; 40 p. 3 pl.; 9 fig.
360. HERTWIG (Günther) 1913. — Parthénogénèse chez les Vertébrés par fécondation à l'aide de spermatozoïdes irradiés. *Arch. Mikro. Anat.* LXXXI; n° 3; 87-127; 6 fig.; 2 pl.;
361. HERTWIG (G.). 1918. — Essais de croisement chez les Amphibiens I. Hybrides vrais et faux. *Arch. f. Mikr. Anat.*, t. XCI; 2 Abt; pg. 203-271; 3 pl.; 1918.
362. HERTWIG (G.). 1924. — La trypaflavine comme succédané du radium pour l'obtention des larves de grenouille à noyaux haploïdes. *Verh. Anat. Ges.* Vers. 223-227; 1924.
363. HERTWIG (Günther) und PAULA. 1914. — Etude sur le croisement chez les poissons osseux. *Arch. f. Mikros. Anat.* Bd. 84. Abt II; 1914.
364. HERTWIG (Oscar). 1909. — Discussion au sujet de la question du noyau, du développement, et de l'hérédité. *Jena* 1909.
365. HERTWIG (Oscar). 1909-10-11-12. — L'effet du radium sur le développement des œufs. *Mitteilung. i Sitzungsbericht d. Preuss. Akad. d. Wiss. Juli* 1909-10-11 juin 1912. Heft 1910-XI; 1910; XXXIX; 1911; XL; 1912; XXI.
366. HERTWIG (Oscar). 1910. — Nouvelles recherches sur l'effet qu'exerce le radium sur le développement des œufs. *Mitteilung vom* 28 juli 1910. *Sitz; Ber; d; Königl. Preuss Akad d. wiss.* XXXIV. 1910.
367. HERTWIG (Oscar). 1911. — La maladie du radium des cellules sexuelles. *Arch. fur. Mikrosk. Anat.* Bd 77; Abt II; 1911; *Auch Separatansgale*; Bonn 1911; 1-164; 6 pl.
368. HERTWIG (Oscar). 1912. — Fusions disharmoniques de l'Idio-plasma et leurs produits. *Scientia* (Félix Alcan), vol. XII; 6^e année 1912.

369. HERTWIG (Oscar). 1913. — Recherches sur l'influence de spermatozoïdes irradiés sur le développement embryonnaire. *Arch. Mikros. Anat.* LXXXII; H 1; 1.63; 4 fig.; 3 pl.
370. HERTWIG (Paula). 1911. — Les modifications causées par l'irradiation à l'œuf d'*Ascaris megalocephala* en segmentation. *Arch. f. Mikros. Anatom.* Bd 77; 1911; 301-312; 1 planche.
371. HERTWIG (Paula). 1913. — Le sort de la chromatine irradiée au radium dans l'œuf de grenouille. *Arch. Mikr. Anat.* LXXXI; H, 4-173; 1 pl.
372. HERTWIG (Paula) 1916. — Développement d'embryons de Triton et de Poissons à demi-noyaux, produits par l'irradiation du radium. *Arch. Mikr. Anat. Abt II*; XXXVII; 60 pp.; 3 pl.; 15 fig.
373. HERTWIG (Paula). 1917. — Action des radiations des substances radioactives sur les cellules génitales et sur la descendance. *Zeitschr. indukt. Vererbungsk*; XVII; 254-261.
374. HERTWIG (Paula). 1923. — Expériences d'hybridation sur les œufs énucléés d'amphibiens. *Arch. f. Mik. Anat. u. Entw. Mech.* C. 41-61; 1923.
375. HERTWIG (Paula). 1927. — Altérations partielles du germe par le radium et les rayons X; 84 pg; 51 fig. *Partie de « Baur und Hartman » Handbuch der Vererbungswissenschaft. Traité de génétique.* Bornsträger, édit, Berlin, Lief. 1.
376. HERTWIG (Paula). 1932. a. — La production artificielle de mutations et ses conséquences théoriques et pratiques. *Zeit. f. und. Abst. u. Vererbungslehre* LXI; 1-35; 1932.
377. HERTWIG (Paula). 1932. b. — Les bases génétiques des mutations roentgeniennes. *Strahlentherapie.* Bd. XLV Hft. 4; 1932; pg. 657-678.
378. HERWERDEN (Miss M. A. Van). 1918. — Action du radium sur l'oogénèse de *Daphnia pulex*. *Koninklijke Akad. Wetenschappen Amsterdam* xx-20.
379. HERWERDEN (Miss M. A. Van). 1919. — Effets des radiations du radium sur l'oogénèse de la *Daphnia pulex*. *Proceed. Acad. Amsterdam.* XXI; 540-548.
380. HIGGINS (G.) and Sheard (Ch.) 1926. — Effets des rayons ultra-violet sur le développement larvaire de *Rana pipiens*. *Journ. exp. Zool.* XLVI; 333-343; 1926.
381. HINRICHS (Marie A.) 1925. — Modification du développement en raison de sensibilités différentielles aux radiations. I. embryons de *Fundulus* et rayons ultra-violet. *Journal of Morphol.* XLI; 239-265; 31 fig.; 1925.

382. HINRICHs (Marie A.) 1926. a. — Perturbation du développement en raison d'une sensibilité différentielle aux radiations II. Action sur les œufs d'Arbacia de la lumière visible après sensibilisation. *Biolog. Bull. L*; 1-16; pl. 1-2; 1926.
383. HINRICHs (Marie A.) 1926. b. — Perturbation du développement en raison d'une sensibilité différentielle aux radiations. III gamètes d'Arbacia et lumière ultra-violette ou visible agissant après sensibilisation. *Biolog. Bull. L*, 455-472; pl. 1-2; 1926.
384. HINRICHs (Marie A.) 1926. c. — Effets des radiations ultra-violettes sur le pouvoir fécondant du sperme d'Arbacia. *Biol. Bull. L*, 473-489; 3 fig.; 1926.
385. HINRICHs (M. A.) 1931. — Anomalies du développement par irradiation ultra-violettes chez l'embryon de Poulet. *Proc. soc. exp. Biol. a. Méd.* xxviii; 1059; 1931.
386. HINRICHs (Maria) A. and Genther Ida I. 1931. — Radiations ultra-violettes et production de jumeaux et de monstres doubles. *Physiol. Zool.* iv, 461-485; 41 fig.; 1 pl.; 1931.
387. HOFFMANN (C.). 1932. — Qualité du rayonnement et action biologique. *Strahlentherapie. Bd. XLIII; Hft. 1*; 1932; pg. 140-159.
388. HOLTHUSEN (Hermann). 1932. — Influences des variations individuelles sur la sensibilité aux rayons de Röntgen. (Contribution à l'étude du problème de la sensibilisation). *Fortschr. Auf. dem. Geb. der Röntgenstrahlen. Bd. 29; Hft. 6*.
389. HOLTHUSEN (H.). 1924. — L'action des rayons de Röntgen au point de vue biologique. *Strahlentherapie. Bd. xviii; 2*; 1924; p. 241.
390. HOLTHUSEN (H.). 1927. — Le mécanisme fondamental de l'action biologique des radiations. *Strahlentherapie. Bd. xxv; Hft. 1*; 1927; pg. 157-173.
391. HOLTHUSEN (H.). 1929. — Action biologique des rayons de Röntgen en considérant plus particulièrement la longueur d'onde, l'intensité et la durée de l'irradiation. *Strahlentherapie Bd. 31; Hft. 3*; pg. 509-517.
392. HOLTHUSEN (H.) et ZWEIFEL (C.) 1932. — L'influence de la grandeur des quanta en ce qui concerne l'action biologique des radiations de différentes longueurs d'onde. *Strahlentherapie. Bd. XLIII, Hft. 2*; 1932; pg. 249-272.
393. HOLWECK (P.) et LACASSAGNE (A.) 1930. — Action sur les levures des rayons X mous (K du fer) *C. R. Soc. Biol.* ciii; 60; 1930;
394. HOLZMANN (O. G.) 1931. — Les processus de résorption comme facteurs du développement de la forme, V, les rayons mitogé-

nétiques au cours de la métamorphose chez la *Drosophile*.
Arch. f. Entw. Mech. cxxiii; 266-273; 1 fig.; 1931.

395. HUET (J.A.) et SOBEL (A.) 1930. a. — Indications et résultats de la castration ovarienne temporaire par les rayons X. *Bull. de la Soc. de Radiol. Médic. de France*. Décembre 1930; n° 174; pg. 414.
396. HUET (J. A.) et SOBEL (A.). 1930. b. — Technique et indications de l'avortement thérapeutique par les rayons X. *Bull. Soc. Rad. Médic. de France*, décembre 1930; n° 174; pg. 417.
397. HUFNAGEL (Mme) et DE NABIAS. 1928. — Le radium agit-il sur les insectes au cours de leur métamorphose? *C. R. Acad. Sc.* CLXXXVII; 431; 1928.
398. HUSSEY (R. G.), THOMPSON (W. R.) and CALHOUN (E. C.). 1927. — Influence des rayons X sur le développement des larves de *Drosophile*. *Science* 65; juillet 1927.
399. INGHER (Edmondo). 1932. — Sur les rapports entre la Röntgenbiologie humaine et la Röntgenbiologie végétale. *Radiobiologia*. T. 1; fasc. 2; Pg. 37-50; juillet 1932.
400. IVEN (Hubert) 1925. — Recherches nouvelles sur l'action des rayons de Roentgen sur les plantes. *Strahlentherapie Bd.* xix; H. 3; 1925; pg 413.
401. JACOBSEN (V. C.) 1930. — Effets des rayons cathodiques sur l'épithélium germinatif du rat. *Proc. Soc. exp. Biol à Medic.* xxvii; 296; 1930.
402. JAEGER (G.). 1931. — L'influence de la radiation sanguine sur les cultures de tissus. *Ztschr. f. zellf. u. Mikr. Anat.* xii; 354-364; 8 fig.; 1931.
403. JAPPELLI (A.). 1914. — Action biologique et thérapeutique du thorium X. La réforme médic. 25 avril 1914; pg. 461-466; nombr. photos.
404. JOHNSON (Edna-Louise). 1926. — Effets des rayons X sur la croissance, le développement et les ferments oxydants de l'*Helianthus annuus*. *Bot. Gazet.* LXXXII; 373-402; 11 fig.; 1926.
405. JOHNSON (Edna L.) 1931. — Sur la prétendue action stimulante des rayons X sur les plantes. *Amér. J. Bot.* xviii; 603-614; 10 tabl.; 1931.
406. JOHNSON (Percy L.) 1926. — Etude anatomique des mâchoires anormales chez la progéniture de souris traitées par les rayons X. *Amér. Journ. Anat.* xxxviii; 281-317; 4 pl.; 1926.
407. JOLY (Marcel). 1931. — La stérilisation temporaire roentgenienne est-elle un procédé thérapeutique légitime. *Bull. Soc. Radiol. Médic. de France*, avril 1931; n° 178; pg. 156.

408. JOLY (Marcel). 1933. a. — Théorie personnelle de l'action des radiations de courte longueur d'onde sur les cellules vivantes. *Bull de la Soc. de Radiologie méd. de France*, février 1933; n° 196; pg. 103.
409. JOLY (Marcel). 1933. b. — Théorie personnelle de l'action des radiations de courte longueur d'onde sur les cellules vivantes. *Néoplasmes*, t. 12; n° 2; mars-avril 1933; pg. 102.
410. JOSEPH (H.) und Prowazek (S.). 1901. — Recherches sur l'action des rayons de Roëntgen sur quelques organismes et particulièrement sur leur activité plasmique. *Zeitschr. Allg. Physiol.* I. 145-153.
411. JULY (J.). 1929. — Rayons cosmiques et cancer. *Nature* 579, octobre 1929.
412. JÜNGLING (H.) et LANGENDORFF. 1930. — L'action des différentes doses de rayons de Röntgen sur la division nucléaire chez *Vicia faba equina*. *Strahlentherapie* Bd. xxxviii; Hft 1; 1930; p. 1-10.
413. JUST (E. E.) 1933. a. — Etude cytologique de l'action des rayons ultra-violetes sur les œufs de *Nereis limbata*. *Zeitschrift für Zellforschung und Mikrosk. Anat.* Band 17, 1 Heft; 1933; 20 janvier.
414. JUST (E. E.) 1933. b. — Observations sur les effets des rayons ultra-violetes sur des œufs vivants de *Nereis limbata* qui ont été exposés avant la fécondation. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxx; 495-516; 1933.
415. JUST (E. E.) 1934. — Effet des rayons ultra-violetes sur des œufs d'animaux. *Premier Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
416. JUUL (J.) et KEMP (T.). 1933. — L'action des rayons du radium, des rayons de Röntgen, des rayons ultra-violetes et de la chaleur sur la division cellulaire. *Strahlentherapie*. Bd. xviii. Hft. 1; 1933; pg. 457-499.
417. KAHLSTORF (A.). 1928. — Recherches expérimentales sur les œufs d'*ascaris*. Action des doses fractionnées des rayons de Röntgen. *Strahlentherapie*. Bd. 31; Hft. 1; 1928; pg. 199-206.
418. KALENDAROFF (C. S.). 1932. — L'analyse spectrale du rayonnement du nerf à myéline au repos excité artificiellement. *Pfugger's archive*. cxxxi; 238-251; 3 fig.; 1932.
419. KANNEGIESSER (N.). 1931. — L'analyse spectrale des rayons mitogénétiques. I. *Biochem. Zt*, ccxxxvi; 415-424; 1931.
420. KAPLAN (A. L.). 1928. — La question de l'irradiation ovarienne et de la descendance. *Fortsch. a. d. G. d. Röntgenstr.*, t. xxxviii; fasc. 3.

421. KATAYAMA (Yoshiwo). 1934. — Formation de plantes haploïdes de *Triticum monococcum* par les rayons X. *Cytologia*. V; 235-237; 2 fig.; 3 table; 1934.
422. Mc KAY (J. W.) et GOODSPEED (T. H.). 1930. — Effets des rayons X sur le coton. *Science* 644; juin 1930.
423. KEELER (Clyde E.). 1930. — Le poil gris utilisé comme indice de l'action effective de rayons X chez la souris. *Amer. Nature*, LXIV; 188-190; 1930.
424. KEMP (F.). 1931. — Recherches sur le comportement des mitoses dans les cultures de tissus, particulièrement au point de vue de l'influence d'agents divers: Rayons de Röntgen, rayons du Radium, chaleur et éther. *Arch. exp. Zellforsch* XI; 224-225; 1931.
425. KEMP. (T.) et JUUL (J.). a. — Influence de la chaleur sur la division cellulaire dans un tissu cultivé in vitro. *C. R. Soc. Biol.*, CVIII; 139; 1931.
426. KEMP (T.) et JUUL (J.). 1931. b. — Influence combinée de la chaleur et des rayons X sur la division cellulaire dans des tissus cultivés in vitro. *C. R. Soc. Biol.* CVIII; 144-1931.
427. KIRSSANOW (B. A.). 1931. — Sur l'effet de différentes températures et des rayons X sur le crossing-over dans le III^e chromosome de *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentralbl.* LI; 529-533; 1931.
428. KIRSSANOW (B. A.). 1933. — Les changements dans le crossing-over chez *Drosophila melanogaster* sous l'influence commune des rayons X et de différentes températures. *Zeit. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LXIV; 1-14; 1933.
429. KISLIAK-STATKEWITSCH (Marie) 1927. — Le pouvoir de radiation mitogénétique du leptome de la Pomme de Terre. 18^e communication sur la radiation mitogénétique. *Arch. f. Eud. Mech.* CIX; 283-286; 1927.
430. KLENITZKY j. s. 1934. — Influence de l'extirpation du carcinome sur le pouvoir mitogénétique du sang. *Radiobiologie*, t. I; fasc.4; pg. 3-30; sept. 1934.
431. KÖERNICKE (Max). 1903. — Influence des rayons du radium et des rayons de Roentgen sur la germination et la croissance. *Berichte d. deutsch. bot. gesell.* XXII; 207-216;
432. KÖERNICKE (M.) 1905. a. — Nouvelles recherches sur l'effet des rayons de Röntgen et des radiations du radium sur les Plantes. *Ber. der. deutsch. Bot. ges.* XXIII; 324-333; 1905.

433. KÆRNICKE (M.). 1905. b. — Sur l'effet des rayons de Rœntgen et des radiations du radium sur les tissus végétaux et leurs cellules. *Ber. d. deut. bot. gesellsch. Bd. xxiii*; pg. 404-415; 1905.
434. KONARSKI (J.). 1932. — Longueur d'onde des rayons mitogénétiques. *Acta Biol. exper. vii*; 276-282; 2 fig.; 1 table; 1932 (en polonais. Résumé français).
435. KOPACZEWSKI (W.) 1934. — Action des rayons ultra-violets et des rayons X sur les biocolloïdes. 1^{er} *Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
436. DE KOROSY (K.) 1934. — L'action à distance de la levure sur les sucres. 1^{er} *Congrès intern. Radiobiolo. Venise* 1934.
437. KOWARCZYK (H.) 1931. — Les rayons mitogènes et l'influence des corps volatils émis par les tissus broyés d'oignon, sur les phénomènes colloïdaux. *Acta Biologiae experm. vi*; 29-36; 1931 (en Polonais).
438. KOWARZYK (H.) und Lach. St. 1932. — Influence des rayons de Gurwitsch sur la Phagocytose des bactéries. *Biol. Zentralbl., Lii*; 684-697; 1932.
439. KREUCHEN (Karl Heims) 1934. — Détecteurs biologiques et physiques pour les rayons de Gurwitsch. 1^{er} *Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
440. KRONTOWSKI (G. AA.) 1925. — Etude sur l'action des rayons de Rœntgen sur les embryons et les tissus embryonnaires. *Strahlentherapie, Bd. xxi; Hft. 1*; 1925; pg. 12-30.
441. KRUPSKI (A. I.) et EISENBERG (H. F.) 1928. — L'action des doses faibles de rayons de Rœntgen sur les ovaires au point de vue de la descendance chez les souris blanches. *Strahlentherapie Bd. 30. Hft. 5-1928*; pg. 526-543.
442. KUPELWIESER (H.) 1909. — Le développement des œufs d'oursins provoqué par le sperme de Mollusque. *Arch. f. Entwickl. Mech. Bd. xxvii*; 1909; 434-463; 3 fig.; 2 pl.
443. KUPELWIESER (H.) 1912. — Recherches sur l'excitation du développement produit par du sperme de vers sur des œufs d'oursins. *Arch. f. zellforschung. Bd. viii*, 1912.
444. KURAJEW (E. A.) 1931. — La variation chronologique de l'effet mitogénétique obtenu sur une culture de levure. *Arch. f. Entw. Mech. cxxiv*; 613-617; 5 fig.; 1931.
445. LABORDE (Simone). 1925. — La curiethérapie des cancers. *Masson et Cie*, 335 pg; 43 fig.; 1925.
446. LABORDE (Simone). 1932. — Aperçu de Radiologie. *Journ. Radiol., t. xvi*; 1932; pg. 538.

447. LACASSAGNE (A.). 1913. — Etude histologique et physiologique des effets produits sur l'ovaire par les rayons X. *Thèse Fac. Méd. Lyon* 1913.
448. LACASSAGNE (A.). 1924. — Intégrité fonctionnelle des spermatozoïdes provenant des testicules repeuplés après une stérilisation temporaire par les radiations. *Bull. d'Hist. appliqué à la physiologie et à la patholog. et de technique microscop.* 1; pg. 5; 1924.
449. LACASSAGNE (A.) 1934. — Le problème des quanta en Radiobiologie. Point de vue biologique. *Journ. de Radiologie*, t. 18; 1934; pg. 553-561.
450. LACASSAGNE (A.) et COUTARD (Henri). 1923. — De l'influence de l'irradiation des ovocytes sur les fécondations et les gestations ultérieures. *Gynécol. et obst.*, t. VII; n° 1; 1923; pg. 1-25.
451. LACASSAGNE (A.) et DESCLIN (L.) 1928. — Sur l'emploi des rayons alpha du polonium en embryologie comme agent de destructions localisées. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 98; 1 fig.; 1928.
452. LACASSAGNE (A.) et GRIGOUROFF (G.). 1927. — Au sujet de l'action directe ou indirecte des rayons X. Recherches sur les tissus lymphoïdes en survie. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 862; 1927.
453. LACASSAGNE (A.) et HOLLWECK (F.). 1930. — Sur la radiosensibilité de la levure *saccharomyces elliptoïdeus*. *C. R. Soc. Biol.* civ; 1221; 1930.
454. LACASSAGNE (A.), LATTES I et FOURNIER (G.) 1928. — Modifications produites dans l'épithélium seminal par les rayons beta de l'uranium X. *C. R. Soc. Biol.*, t. xcix; pg. 1643; 1928.
455. LACASSAGNE (A.) et MONOD (O.). — 1922. — Les caryocinèses atypiques provoquées dans les cellules cancéreuses par les rayons X et Y et leur rôle dans la régression des tumeurs malignes irradiées. *Arch. franç. de path. gén. et expérimentales et d'Anat. Patholo.* I; fasc. 1; 1922.
456. LACOMME. 1931. — Deux observations de röntgenthérapie au cours de la gestation avec accouchement à terme d'enfants bien portants. *Bull. Soc. Obstétr. et Gynécol.*, juin 1931.
457. LALLEMAND (Mme S.) 1930. a. — Relations existant entre les examens cytologiques et les mesures de croissance pratiquées sur des racines irradiées d'*Allium cepa*. *Bull. Soc. Bot. de Fr.* LXXVII; 274-275; 1930.
458. LALLEMAND (Mme S.) 1930. b. — Etude de l'action des rayons X sur des Phanérogames. *Arch. Phys. Biol.* VIII; 53-81; 1930.

459. LALLEMAND (S. Mme) 1930. c. — Etude de l'action des rayons X sur le développement des plantes. *Arch. d'Electr. Médic. et Physiothérapie du cancer*, janv. 1930.
460. LALLEMAND (Mme S.). 1930. d. — Etude de l'action des rayons X sur le développement des plantes (suite). *Arch. d'Electricité Médicale et de Physiothérapie du cancer*: juin-août-sept. 1930.
461. LALLEMAND (S.). 1931. — Etude de l'action des rayons X sur le développement des plantes. Chapitre V; suite et fin. *Arch. d'Electricité Médicale et de Physio. du cancer*.
462. LAMARQUE (Paul). 1933. — La stérilisation temporaire par les radiations. *Congrès d'Assoc. Gynéc. et Obstétr. de lang. française*, octobre 1933.
463. LAMARQUE (Paul). 1934. — La stérilisation temporaire par les radiations. *Languedoc Médical*, t. xvii; n° 2; pg. 59-65.
464. LAMBERT (J.). 1931. — Contribution à l'étude de la radiosensibilité des graines au début de la germination. *C. R. Soc. Biol.*, t. cviii; pg. 240; 1931.
465. LAMBERT (J.). 1933. — Sur la place du métabolisme cellulaire dans les facteurs de la radiosensibilité des graines avant l'apparition des phénomènes morphologiques. *C. R. Soc. Biol.*, cxii; 1564; 1934.
466. LANGENDORFF (H.). et (M.). 1931. — Action des rayons biologiques sur les cellules germinales d'oursin. *Strahlentherapie* xl; 97; 1931.
467. LANGENDORFF (H. et M.). 1933. — Sur l'action biologique de très fortes doses de rayonnement de Roentgen. *Strahlentherapie*, Bd. xlvii; Hft. 4; 1933; pg. 723-726.
468. LATMANISOVA (L. W.). 1932. — Le rayonnement mitogénétique secondaire du nerf. *Pflüger's Archiv*. ccxxxi; 265-279; 9 fig.; 1932.
469. LATMANISOWA (Mlle L.) 1934. a. — Sur la parabiose mitogénétique du nerf. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* x; 141-146; 1934.
470. LATMANISOWA (L. W.) 1934. b. — Sur l'influence du système nerveux central sur les propriétés mitogénétiques du nerf. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* x; 1170-1176; 1934.
471. LAZARENKO (th. und) BENENSON (M.). 1932. — Au sujet de l'influence des rayons ultra-violet sur la croissance des fibres nerveuses in vitro. *Arch. exp. zellfor.* xiii; 412-429; 1932.
472. LAZARUS, BARLOW (W. S.) and BONNEY (V.) 1909. — Influence de la radioactivité sur la mitose des cellules animales. *Arch. Middlesex. Hospital* 15; p. 147; 1909.

473. LEHMANN (Pierre). 1934. — Radioexcitation et Teleradiothérapie. *Bulletin Officiel Soc. Franç. d'Electro. et de Radiologie*; 72-81; t. 43; février 1934.
474. LEONARD (Uskins C.) and HEARNE E. MARIÉ. 1934. — Différences de chromosomes chez la souris selon la susceptibilité et la résistance au cancer. *Nature* 615; avril 1934.
475. LEPESCHKIN (W. W.) 1932. a. — Rayons nécrobiotiques. *Science* 168; août 1932.
476. LEPESCHKIN (W. W.) 1932. b. — Rayons nécrobiotiques. *Ber. d. deutsch. bot. ges. L.*, 367-370; 1932.
477. LEPINE (R.) et BOULUD. 1903. — Action des rayons X sur les tissus animaux. *C. R. Ac. Sc.* CXXXVIII, 65-67.
478. LEVINE (Michael). 1927. — Influence des rayons X sur les souris blanches et leur progéniture. *Amér. journ. of. Röntgenol. and Rad. Thér.* xvii; n° 5; mai 1927; pg. 546.
479. LEVINE (W. T.) 1932. — Action des rayons X sur les gonades de tétrards d'Amphibiens. *Journ. exp. zool.* LXII; 409-432; 1932.
480. LEVINE (W. T.) and WITSCHI (E.). 1933. — Réactions endocriniennes de Rats femelles après irradiation des ovaires par les rayons X. *Proc. soc. exp. Biol. a Med.* xxx; 1152; 1933.
481. LEVY (Fritz). 1911. — L'action des rayos ultra-violetes sur les spermatozoïdes et les œufs d'Amphibiens. *Zeitschr. Allg. Phys.* xiii; n° 1 et 2; 139-154; 3 fig.; 1911.
482. LEVY (Oscar). 1906. — Etude microscopique des recherches expérimentales sur l'influence des rayons du Radium sur le développement embryonnaire et la régénération. *Arch. f. Entw. Mech. Bd.* 21; 1906.
483. LEWITZKY (G.), ARABATIAN (A.), MARDJANISHVIL (J.), SHEPELEVA (H.) 1931. Modifications produites expérimentalement dans la morphologie des chromosomes. *Amer. Nature* LXV, 564-576; 1931.
485. LIEBER (D.). 1924. — Action physico-chimique des rayons de Röntgen. *Strahlentherapie Bd.* 18 — H.3; pg. 536; 1924.
486. LIEBESNY (P.) und WERTHEIM (H.) 1933. — De l'influence des ondes de Hertz sur le développement des microorganismes. *Radio-biologia*, t. 1; fasc. 3; pg. 43-66; décembre 1933.
487. LILLIE (Ralph S.) and Baskerwill Margaret L. 1922. a. — L'action des rayons ultra-violetes sur les œufs d'oursins. *Amer. journ. of Physiol.* LXI; n° 1; juin 1922; 57-71; 2 tableaux.
488. LILLIE RALPH (S.) and Baskerwill Margaret (L.) 1922. b. — L'action des rayons ultra-violetes sur les œufs d'Arbacia particulière-

- rement au point de vue de leur réponse à l'action de l'eau de mer hypertonique. *Ann. journal of. Physiologie* LXI, n° 2; july 1922.
489. LINDSAY (Blanche) and Medes Grace. 1926. — Modifications histologiques du testicule du cobaye pendant le scorbut et l'inanition. *Amér. journal. Anato.* xxxvii; 213-235; 2 pl.; 1926.
490. LINSTROM (E. W.) 1933. — Variations héréditaires produites chez la Tomate sous l'action du radium. *Journal. of. Heredity* xxiv; 129-137; 5 fig.; 1933.
491. LIOSNER (L. D.) und Woronzowa (M. A.). 1933 — Influence de la régénération d'une partie de l'organisme sur la régénération d'une autre partie de cet organisme. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 3; pg. 29-42; décembre 1933.
492. LITTLE (C. C.) 1931. — Les effets de la sélection sur les anomalies des yeux et des pieds qui ont apparu parmi la progéniture de souris traitées aux rayons X. *Amér. Nature* LXV; 370-375; 1931.
493. LITTLE (C. C.) et BAGG. (J.) 1923. — De deux types d'anomalies héréditaires rencontrés au cours de la descendance de souris soumises aux rayons X. *Amér. Journal. of. Röntgen. a. Rad. Therm.*, n° 12; déc. 1923; pg. 975.
494. LITTLE (C. C.) et BAGG (H. j.). 1924. — Quatre variations morphologiques héréditaires chez la souris et leurs relations possibles avec un traitement par les rayons X. *Journ. Exp. Zool.* xli; 45-92, 12 fig.; 1924.
495. LITTLE (C. C.) and Mc Pheters (B. W.) 1932. — Nouvelles études concernant la génétique des anomalies apparaissant dans la descendance de souris soumises aux rayons X. *Genetics*; xvii; 674-688; 1932.
496. LÖEB (Jacques) 1914. — Activation de l'œuf vierge par les rayons ultra-violets. *Science*, 6 nov. 1914; 686.
497. LOISELEUR (J.) 1933. — Action du radon sur les acides aminés. *C.R. Soc. Biol.* cxiv; 589; 1933.
498. LOMINSKI (Iwo). 1934. — Action à distance du bactériophage staphylococcique sur le staphylocoque. *C. R. Ac. Sc.*, 9 juillet 1934; t. cxcix; pg. 168; 1934.
499. LONDON (E. S.). 1903. — De l'importance physiologique et pathologique des rayons du Radium. Première communication: Du rapport des rayons du radium dans le domaine de la vie. *Arch. sc. Biol. St-Petersb.* x; 191; 211.
500. LOOS WALTER. 1930. — Recherches sur les rayons mitogénétiques. *Jahrb. f. Wiss. Bot.* LXXII; 611-664; 15 fig.; 1930.

501. LOPRIORE (G.) 1897. — Action des rayons X sur le protoplasma de la cellule végétale vivante. *Miova Rassegna Catania* 3; 1897.
502. LORENZ (Egon) 1934. — Recherches sur la radiation mitogénétique au moyen de la méthode photo-électrique. *Journ. gén. Physiol.* xvii; 843-862; 1934.
503. LOVE (W. H.) 1931. a. — Diminution du nombre des mitoses du sarcome de Jensen provoquée par les rayons X. *C. R. Soc. Biol.* cvii; 1042; 1931.
504. LOVE (W. H.) 1931. b. — Les effets in vitro d'une irradiation homogène de rayons X sur des tissus in vitro et in vivo. *Arch. exp. zellfors* xi; 132; 1931.
505. LOVE (H. W.) 1931. c. — Quelques effets des rayons X sur les cellules en division dans les cultures de tissus. *Arch. exp. Zellfors.* xi; 435-471; 18 fig.; 1931.
506. LOVE (Wm. H.). 1934. — Sensibilité aux radiations des cellules en division et au repos. *Nature*, cxxxiv; 252; 1934.
507. MACARTHUR (J. W.) 1934. — Mutations produites chez la Tomate, sous l'action des rayons X. *Journ. of. Hérédity* xxv; 75-78; 2 fig.; 1934.
508. MACGREGOR (M. E.). 1933. — Certains effets pathologiques du rayonnement ultra-violet sur les larves et les pupes de moustiques. *Proceed. Roy. Soc.* cxii. B. 774; 2728; 1933.
509. MAGROU (J.). 1929. a. — Sur l'action à distance du Bacterium Tumefaciens. *Rev. Path. veg. et Entom. Agr.*; xvi; 69-70; 1929.
510. MAGROU (J.) 1929. b. — Le cancer des Plantes et l'action, à distance du bacterium Tumefaciens. *C. R. Ass. fr. Av. des Sc.*, 53^e session. *Le Havre*, 510-513; 1929.
511. MAGROU (J.). 1930. — Sur l'interprétation des actions biologiques à distance. *C. R. Acad. Sc.* cxc, 84-1930.
512. MAGROU (J.) 1931. — A propos des rayons de Gurwitsch; quelques exemples d'actions biologiques à distance. *Arch. exp. zellfors*, xi-56-62; 4 fig., 1931.
513. MAGROU (J.). 1932. a. — Action à distance et embryogénèse. *Radio-biologia*. T. 1; fasc. 1; pg. 32-39; avril 1932.
514. MAGROU (J.). 1934. a. — Les actions à distance en embryologie. *Premier Congrès intern. Radiobiologie, Venise* 1934.
515. MAGROU (J.) 1934. b. — Les actions à distance, en embryologie. *Archives d'Electricité Médicale*. T. 42; n° 601; pg. 420-424; nov. 1934.

516. MAGROU (J.) et MAGROU (Mme M.) 1927. — Radiations émises par le bactérium Tumefasciens. *Rev. Path. vég. et entom. agr.* xiv; 244-246; 1927.
517. MAGROU (J.) et Mme M. 1928. — Action à distance du Bacterium Tumefasciens sur le développement de l'œuf d'oursin. *C.R. Acad. Sciences* LXXVI; 802; 1928.
518. MAGROU (J.) et MAGROU (M.). 1930. — Action s'exerçant à distance sur l'œuf fécondé, le sperme et l'œuf vierge d'oursins. *C. R. Acad. des Sciences*, 17 nov. 1930; t. cxc; pg. 963.
519. MAGROU (J. et M.) 1931. — Action à distance de facteurs biologiques et chimiques sur le développement de l'œuf d'oursin. (*Paracentrotus lividus* L. K.) *Ann. Sc. Nat. Zoologie*, 10^e s. xiv; 149-188; 23 fig.; pl. 1-x; 1931.
520. MAGROU (J.), MAGROU (Mme M.) et CHOUCROUN (E.) 1929. a. — Action à distance du bactérium tumefasciens sur le développement de l'œuf d'oursin. *Bull. Institut océanographique*; n° 536; 1-4; 2 fig.; 1929.
521. MAGROU (J.) et (Mme Mm.) et CHOUCROUN (Mlle F.) 1929. b. — Action à distance du bacterium Tumefasciens sur le développement de l'œuf d'oursin (nouvelles expériences). *C. R. Acad. Sciences* CLXXXVIII, 733; 1929.
522. MAGROU (J.), MAGROU (Mme M.) et REISS (P.). 1929. — Action à distance de divers facteurs sur le développement de l'œuf d'oursin. *C. R. Acad. Sciences* CLXXXIX; 779; 1929.
523. MAGROU (J.), MAGROU (M.), et REISS (P.) 1931. — Actions à distance sur le développement de l'œuf d'oursin. Essai d'interprétation. *C. R. Acad. Sciences*, CXCH; 609; 1931.
524. MALDINEY et THOUVENIN. 1898. a. — De l'influence des rayons X sur la germination. *Rev. gén. Bot.* x; 81-86; pl. 1; II.
525. MALDINEY et THOUVENIN. 1898. b. — De l'influence des rayons X sur la germination. *C. R. Ac. Sci.* 126; pg. 548; 1898.
526. MALLET (L.) et BOUCHARD (M.) 1935. — Etude comparée de l'action des rayons X et gamma sur la cellule vivante. (Dosimétrie, radiologique à l'aide des œufs de *Lucilia sericata*.) *Journal de Radiol. et d'Electrol.*, t. 19; 1935; pg. 155-161; 4 fig.; 3 tableaux.
527. MARINESCO (G.), JONESCO-SISESTI (M.) SAGER (O.). 1934. — Sur les rayons mitogénétiques. *Premier Congrès intern. Radiob. Venise* 1934.
528. MARKOVITS (J.). 1928. — Action des rayons sur la division cellulaire. *Arch. f. expér. Zellfors.* vi; 315-321; 5 fig.; 1928.

529. MARTIN (H.) 1930. — Rayons de Roentgen et lésions germinatives envisagées du point de vue de la Thérapeutique gynécologique. *Strahlentherapie*. Bd. xxxvii; Hft. 1; 1930; pg. 164-176.
530. MARTIUS. 1922. — L'action biologique des rayons de Røntgen de différentes longueurs d'onde. *Strahlentherapie*; Bd. xxiv; Hft. 1; 1926; pg. 101-124.
531. MARTIUS (H.). 1926. — Irradiation ovarienne et descendance. *Strahlentherapie* Bd. xxiv; Hft. 1; 1926; pg. 101-124.
532. MATHER (K) and STONE (L. H. A.) 1933. — Les effets des rayons X sur les chromosomes somatiques. *Journ. of. Genetics* xxviii; 1-24; 1933.
533. MAVOR (J. W.) 1923. — Etudes sur les effets biologiques des rayons X. *Amér. Journal of Roentgen. and Rad. Thér.* x; n° 12; décembre 1923; pg. 968.
534. MAVOR (J. W.) 1924. a. — Gynandromorphes issus de mères irradiées aux rayons X. *Amer. Natur.* LVIII; 311-315; 1924.
535. MAVOR (J. W.) 1924. b. — Production de non disjonction par les rayons X. *Journal exp. zool.* xxxix; 381-432; 9 fig.; 1924.
536. MAVOR (J. W.). 1927. — Comparaison de la susceptibilité vis-à-vis des rayons X de *Drosophila melanogaster* à différents stades de son développement. *Journal exp. zool.* XLVII; 63-83; 1927.
537. MAVOR (J. W.) 1929. a. — Rayons X et mutations. *Science* 500, mai 1929.
538. MAVOR (J. W.) 1929. b. — Recherches concernant l'action des rayons X sur *Drosophila*. *Genetics* xiv; 129-159; 1929.
539. MAXIA (Carlo). 1931. — Travaux ultérieurs sur la radiation mitogénétiques III. expériences exécutées à l'abri de la lumière. *Scritti biologici*. vi; 209-220; 1931.
540. MAXIA (Carlo). 1932. a. — Importance de la différence de potentiel dans l'action à distance (« effet Magrou ») *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 2; pg. 51-60; juillet 1932.
541. MAXIA (Carlo). 1932. b. — Effets divers de rayonnements et de gazs sur les anneaux de Liesegang. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 1; pg. 39-49; avril 1932.
542. MAXIA (C.). 1932. c. — Importance des différences de potentiel dans les actions à distance (« effet Magrou »). *Scritti biologici*, vii; 419-431; 2 fig.; 1932.
543. MAXIA (C.). 1933. a. — Recherches ultérieures sur les radiations « mitogénétiques ». Expériences d'induction mutuelle entre les œufs d'oursin. *Scritti biologici* viii; 141-147; 1933.

544. MAYER (J. W.) et SWENSON (H. K.) 1923. — Rayons X et chiasmotypie (crossing-over ou croisement inter-chromosomique). *Science* 124, 17 août 1923
545. MAYER (James W.) 1921. — Elimination de chromosome X dans les œufs de *Drosophila melanogaster* après irradiation aux rayons X. *Science*, 23 sept. 227; 1921.
546. MEIROWSKY (Mme). 1934. — L'action des rayons ultra-violet sur le pouvoir radiant du sang des enfant. *Première Congrès international Radiob. Venise* 1934.
547. MELDOLESI (G.), REVERBERI (G.) 1930. — Effets de la radioémanation sur le rythme de reproduction et sur la morphologie de *colpidium colpoda*. *Boll. ist. zool. univ. Roma*. VIII; 1-35; 1 pl.
548. MENDELEEFF. 1926. — Action des irradiations sur l'organisme des co-bayes. *Soc. Belg. de Biologie. C.R. Soc. Biol* 1926; n° 17; 1274.
549. MESERVE (F. G.) and KENNY (M. I.) 1934. — Effets des rayons X sur *Planaria dorotocephala*. *Science*; 408; mai 1934.
550. METZ (C. W.) 1934. — Le rôle de la gaine des chromosomes dans la mitose et ses rapports possibles avec le phénomène de la mutation. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xx-159-162; 1934.
560. MEVES. 1912. — Observations sur le rôle du segment intermédiaire dans la fécondation chez les échinodermes. *Anat. Anz. Bd.* 40-1912.
561. MIEGE (E.) et COUPÉ (H.). 1914. — De l'influence des rayons X sur la végétation. *C. R. Ac. Sc.* 27 juillet 1914.
562. MILANI (E.) 1933. — Etat actuel et considérations critiques sur la question du facteur temps en biologie et en thérapie. *Nun-ctius Radiol.* I; n° 6; nov.-déc. 1933; pg. 629.
563. MILOVIDOV (P. F.) 1929. — Influence du Radium sur le chondriome des cellules végétales. *C. R. Soc. Biol.* CL.; 671; 1929.
564. MIRAMOND DE LA ROQUETTE. 1925. — Expériences sur l'action de diverses quantités et diverses qualités de rayons X sur la vie et le développement des larve de *Rana Temporaria*. *Assoc. fr. Avanc. d. sc. 48° session. Liège* 1924; 639-643; 1925 et: *Journal de Radiol.*, t. 8; 1924; pg. 438.
565. MIRSKAIA (L.) and Crew. F. A. E. 1931. — Effet de la destruction du tissu spermogénique par les rayons X sur certains caractères gonadiques secondaires du Coq. *Quart. f. exp. Physiol.* XXI; 135-138; 1931.

566. MISRA (S. D.) 1934. — Effets des rayons mitogénétiques sur quelques maladies humaines. *Premier Congrès intern. Radiobiol. de Venise* 1934.
567. MOHR (O. L.) 1918. — Recherches microscopiques expérimentales sur l'influence de l'irradiation et du froid sur la mutation et sur l'hétérochromosome chez *Decticus verrucivorus* mâle. *Arch. f. Mikr. Anat. Abt.* I; xcii; 300-368; 6 pl.; 1918.
568. MOISSEJEW (M.) 1931. a. — A propos de la théorie du rayonnement mitogénétique. *Biochem. Zeitschr.* ccxli; 1-13; 1931.
569. MOISSEJEW (M.) 1931. b. — A propos de la théorie du rayonnement mitogénétique. *Nouvelles recherches Biochem. Zeitscher.* ccxliii; 67-87; 1931.
570. MOISSEJEW (M.) 1932. — Sur la théorie des radiations mitogénétiques. III. Induction des racines d'oignons par la levure et le sang. *Biochem. Zt.* ccli; 133-140; 1932.
571. MOISSEJEW (M.) 1934. — Influence du changement de position géotropique de la racine de l'oignon sur la distribution des mitoses à son intérieur. *Ber. d. deutsch. bot. ges.* lvi; 6-15; 2 fig.; 1934.
572. DE MOL WILLEM (Edouard) 1934. — Mutation et modification par les rayons X et l'hypothèse de la division (en Hollandais). *La cellule*, xlii; 151-161; 1 pl.; 1934.
573. MOORE (W. G.) 1932. — Effet des rayons X sur la fécondité des *Drosophiles*, traitées à différents stades de leur développement. *Biolog. Bull.*, lxii; 294-305; 1932.
574. MOORE (C. N.) and HASKINS (C. P.) 1932. — Floraison prématurée chez le Pamplemousse, de graines ayant reçu les rayons X. *Science* 167; août 1932.
575. MOPPET (W.) 1929. — Action différentielle des rayons X sur les croissances et la vitalité des tissus. *Proceed. Roy. Soc. London*, B. 738; 402-420; 1929.
576. MORGAN (T. H.) 1914. — L'impuissance de l'éther et des rayons X à produire des mutations chez *Drosophila*. *Amer. Naturalist*, xlviii; 705-711.
577. MOSCHINI (Stefano). 1933. — Relations existant entre la puissance de radiation et la réserve alcaline du sang dans certaines maladies infantiles. *Radiobiologia*, t. i; fasc. 3; pg. 9; 19; décembre 1933.
578. MOTTRAM (J. C.) 1930. — La production de la non disjonction par la radiation Y du Radium. *Journ. expér. Biol.* vii; 196-200; 1930.

579. MOTTRAM (J. C.) 1933. a. — Inclusions chromatiques du cytoplasme cellulaire après action des rayons gamma et modifications du nucléole. *Jl. Royal microsc. Soc.* LIII; 28-34; 5 fig.; 1 tabl. 1933.
580. MOTTRAM (J. C.) 1933. b. — Changements dans le noyau au repos consécutif à une irradiation par les rayons Y. *Jl. royal microsc. Soc.* LIII; 213-219; 5 fig.; 1933.
581. MOTTRAM (J. C.), SCOTT (G. M.) and RUSS (s.) 1926. — Effets des rayons Beta du Radium sur la division et la croissance des cellules du cancer. *Proces. Roy. Soc. London. B.* 703, 326, 335; 1926.
582. MOUTET (D.) 1932. — L'action de la radioactivité sur la germination des bulbes. *C. R. Acad. Sc.* cxciv; 1093; 1932.
583. MUKERJI (R. N.) 1929. — Effets des rayons X sur la spermatogénèse de *Lepisma domestica*. *Proceed. Roy. Soc. London. B.* 739, 429, 445; 1929.
584. MULLER (H. J.) 1928. — Production de mutations par les rayons X. *Proc. Natur. Acad. Sc. Washington*; xiv; 714-726; 1928.
585. MULLER (H. J.) 1930. a. — Types de variations visibles produites par les rayons X. *Journ. of genetics* xxii; 299-334; 3 pl.; 1930.
586. MULLER (H. J.) 1930. b. — Radiation et génétique. *Amer. Natu.* LXIV; 220-251; 1930.
587. MULLER (H. J.) 1932. — Le témoignage de Héribert Nilsson au sujet de la production artificielle de mutations. *Hérédités*, xvi; 160-168; 1932.
588. MULLER (H. J.) et ALTENBURG (E.). 1930. — Fréquence des translocations produites par l'action des rayons X chez *Drosophila*. *Genetics* xv; 283-311; 1930.
589. MULLER (H. J.) and DIPPEL (A. L.) 1926. — Rupture de chromosomes par l'action des rayons X et production d'œufs aux dépens de tissus génétiquement mâles chez *Drosophila*. *But. journ. of. expér. Biolo.* III; 85-122; 1926.
590. MULLER (H. I.) and MOTT-SMITH (L. M.) 1930. — Preuve que la radioactivité ne peut pas rendre compte de la fréquence des mutations naturelles. *Proced. Nat. Acad. Sc. Washington.* xvi; 277-285; 1930.
591. MULLER (H. J.) et PAINTER (T. S.) 1929. — L'expression cytologique des changements produits dans l'alignement des gènes par les rayons X chez *Drosophila*. *Amér. Natur.* LXIII; 193-200; 1929.
592. MURPHY (D. P.) 1929. a. — Santé des enfants naissant après irradiation ovarienne; *Surgery gynecology and obstetrics* XLVIII; 766-1929

593. MURPHY (D. P.). 1929. b. — Résultats de 625 grossesses chez des femmes soumises à la curie ou roentgenthérapie pelvienne. *Amér. journ. of. Obstétr. and Gynecologie*, xviii; n° 2; août 1929; p. 179.
594. MURPHY (D. P.) et GOLDSTEIN (I.) 1929. — Etiologie de l'état précaire des enfants nés après irradiation pelvienne maternelle; I: enfants mal portants nés après irradiation pelvienne préconceptionnelle. *Amer. journ. of Roentgenol a Rad. Ther.* xxii; n° 3; sept. 1929; p. 20.
595. MURRAY (Joseph). 1931. — Histologie des ovaires de la souris, exposés aux rayons de Röntgen. *Am. j. of. Röntgenologie*, vol. xxv; n° 1; janv. 1931; 45 pg.
596. NABOURS (Rob. K.) and ROBERTSON (W. R. R.) 1933. — Translocation de chromosome produite par les rayons X chez une sauterelle apopettix eurycephalus. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* xix; 234-239; 1 pl. 1933.
597. NADSON (G.). 1925. — Sur l'accélération du temps de la vie et le vieillissement prématuré chez les organismes inférieurs sous l'influence des rayons X et du radium. *C. R. Soc. Biol.* xciii; 1585; 1925.
598. NADSON (G. A.) 1934. — De l'action biologique des métaux à distance. *Premier Congrès intern. Radiobiol. Venise 1934.*
599. NADSON (G.) et JOLKEWITCH (A.) 1926. — L'action combinée du radium et des agents chimiques sur les végétaux. *Annales de Roentgenologie et Radiologie* II; II-39; 1926.
600. NADSON (G. A.) et PHILIPPOV (G. S.). 1925. — Influence des rayons X, sur la sexualité et la formation des mutantes chez les champignons inférieurs (Mucorinées). *C. R. Soc. Biologique*, xciii; 423; 1925.
601. NADSON (G. A.) et PHILIPPOV (G. S.) 1926. — Sur les anomalies de sexualité chez la levure *Nadsonia fulvescens* provoquée par les rayons X. *C. R. Soc. de Biol.* xcv; 433; 1926.
602. NADSON (G. A.) et PHILIPPOV (G.) 1928. — De la formation de nouvelles races stables chez les champignons inférieurs sous l'influence des rayons X. *C. R. Acad. Sc.* clxxxvi; 1566; 1928.
603. NADSON (G. A.) et ROCHLINE-GLEICHGEWICHT (E. I.). 1926. a. — Le chondriome est la partie de la cellule la plus sensible aux rayons X. *C. R. Soc. Biol.* xcv; 378; 1926.
604. NADSON (G.) et ROCHLIN-GLEICHGEWICHT (E.) 1926. b. — L'effet des rayons X sur le protoplasma et le noyau de la cellule végétale d'après les observations sur le vivant. *C. R. Soc. Biol.* xcv; 249; 1926.

605. NADSON (G. A.) und ROCHLIN (E. J.). 1933. — Sur des races de levures obtenues par action du Radium. Contribution au problème de la création expérimentale des races. *Arch. für Mikrobiologie* iv; 189-208; 16 fig.; 1933.
606. NADSON (G.). et STERN (C.). 1930. — De l'action des rayons ultraviolets et des rayons X sur la cellule des levures. *C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.* 39-44; 5 fig.; 1930.
607. NAKAIDZUNI (M.) und SCHREIBER (H.) 1931. — Recherches sur le problème des radiations mitogénétiques. II. La levure comme indicateur de radiations. *Biochem. Zt.* CCXXXVII; 358-379; 1931.
608. NASSET (Elisabeth Custer) et KOFOM (Charles A.) 1928. — Les effets du radium et du radium associé à des sensibilisateurs métalliques sur *Entamoeba dysenteriae* in vitro. *Univ. Califor. Publ. Zool.* xxxi: 387-412; 2 pl.; 7 fig.; 1928.
609. NAUJOKS (H.) 1929. — Fécondité et descendance des anciennes assistantes de röntgenthérapie. *Strahlentherapie. Bd.* xxxii; Hft 4; 1929; pg. 613-650.
610. NAUJOKS (H.) 1930. — Le développement des enfants nés après la stérilisation radiologique temporaire de la mère. *Strahlentherapie. Bd.* xxxvii; Hft. 3; 1930; pg. 573-783.
611. NAVASHIN (M.). 1931. — Note préliminaire sur quelques altérations chromosomiques déterminées chez *Crepis* par les rayons X. *Amer. Nature.* LXV; 243-252; 1931.
612. NAVASHIN (M.) 1933. a. — Origine des mutations spontanées. *Nature*, 436; mars 1933.
613. NAVASHIN (M.) 1933. b. — Le vieillissement des graines, cause de mutations chromosomiques. *Planta*, xx; 233-243; 3 fig.; 1933.
614. NEHRU (S.S.) and Vishnu Sharma 1934. — Influence des rayons de Gurwitsch sur la croissance des plantes. *Premier Congrès Intern. Radiol. Venise* 1934.
615. NELSON (C.) et BROOKS (Sc.) 1933. — Effet de l'infra-rouge sur la fécondation des œufs de certains invertébrés marins. *Proc. soc. exp. Biol. a Med.* xxx; 1007; 1933.
616. NEMENOW. 1925. — Théorie de l'action biologique des rayons de Röntgen. *Congrès Intern. de Radiologie, Londres, juin-juillet* 1925.
617. NEMENOW (M.) 1926. a. Contribution à la critique de la doctrine de l'action biologique des rayons X. *Annales des Röntgenologie et Radiologie*, II-3-10; 1926.

618. NEMENOFF. 1926. b. — Contribution à l'étude de l'action biologique des rayons X. *Annales de Röntg. et de Radiol. russe*, t. III, fasc. 5.
619. NILSSON, NILS HERIBERT. 1931. — Les mutations induites ne sont-elles que des manifestations sélectives? *Hereditas* xv; 320-328; 1931.
620. NILSSON (Héribert). 1932. — Sur la mutabilité induite. *Hereditas* xvi; 341-357; 1932.
621. NOBECOURT (D.) et JAUBERT DE BEAUJEU. 1927. — Action des rayons X sur les œufs de vers à soie. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 1547; 1927.
622. DE NOBELE et LAMS. 1925. — Action des rayons de Röntgen sur l'évolution de la grossesse et le développement du fœtus. *Bull. Acad. R. de Médec. Belge* v; 66-82; 1925.
623. DE NOBELE et LAMS. 1926. — Action des rayons de Röntgen sur l'évolution de la grossesse et le développement du fœtus. *Congrès intern. de Radiologie*, Londres, 30 juin. 4 juillet 1925.
624. NÖTHLING (W.) und Stubbe H. 1934. — Recherches sur la production de mutations. La production de mutations de gènes sous l'effet d'irradiations par la lumière de gonades mâles mures. *Zest. ind. Abst. u. Vererbungslehre*; LXVII; 153-172; 1934.
625. NOGIER (Th.) 1919. — Contribution à l'étude de l'action biologique du Radium. *Archives d'Electricité médicale et Physiothérapie*. Février 1919; pg. 33 à 37.
626. NOYER 1924. — Influence des rayons X et du radium sur la vie du fœtus. *Thèse Paris* 1924.
627. NURNBERGER (L.) 1926. — Irradiation ovarienne et descendance. *Strahlentherapie Bd.* xxiv; *Hft* 1; 1926; pg. 125-148.
628. NURNBERGER (L.) 1930. — Les recherches expérimentales sur les lésions tardives observées chez les descendants des animaux irradiés avec les rayons de Röntgen. *Strahlentherapie Bd.* xxxvii; *Hft.* 3; 1930; pg. 432-490.
629. NURNBERGER (L.) 1932. — Les décisions de la société allemande pour l'étude de l'Hérédité sur la question des lésions tardives roentgeniennes. *Strahlentherapie Bd.* xlv; *Hft.* 4; 1932; pg. 700-710.
630. OLIVER (C. P.) 1930. — Effet des variations de durée du traitement par les rayons X sur la fréquence de la mutation. *Science* 44, janvier 1930.

631. OLIVER (Clarence P.) 1932. — Une analyse des effets obtenus sur la fréquence de la mutation. *Science* 44; janvier 1930.
631. OLIVER (Clarence P.) 1932. — Une analyse des effets obtenus sur la fréquence des mutations en variant la durée d'action des rayons X. *Zest f. ind. Abst. u. Vererungslehre* LXI; 446-488; 1932
632. OLIVIERI (J.). 1927. — Nouvelles contributions à l'étude de l'action des rayons X sur les œufs et les larves de *Bufo vulgaris*. *Giorn. de clin. Méd.* VIII; 463-469; 1927.
633. OLIVIERI 1929. — Recherches relatives à l'action des rayons de Röntgen sur la segmentation de l'œuf et sur le processus morphogénétiques élémentaires du *Bufo vulgaris*. *Revista di Radiologia et Fisica Medica*, vol. I; fasc. V; octob. 1929; pg. 527 à 552.
634. OLSON et LEWIS. 1928. — Radioactivité naturelle et origine des espèces. *Nature*, tome CXXI, avril 1928, pg. 673-674.
635. OPPERMAN. 1912. — Le développement des œufs de truite après fécondation par des spermatozoïdes irradiés. *Arch. Mikro. Anat* LXXXIII; 141-189; 1912.
636. PACKARD (Charles). 1914. — Influence du radium sur la fécondation chez la Nereis. *J. of. exper. zoll.* 16; 1914; 85-123; 3 pl.
637. PACKARD (Charles), 1915. — Action des rayons beta et gamma du radium sur le protoplasma. *Journ. expér. zool.* XIX; 323-346; 3 pl.
638. PACKARD (Charles) 1916. — Action du radium sur les divisions cellulaires. *Journ. expér. zool.* XX; 509-522; 7 fig.; 2 pl.
639. PACKARD (Charles) 1918. — Effet de l'irradiation par le radium sur le développement de *Chaetopterus*. *Biol. Bull.* XXXV; 50-67, 2 pl.; 1918.
640. PACKARD (Charles). 1930. — Le rapport entre la vitesse de leur division et la radiosensibilité des cellules. *The Journ. of. Cancer Research*, août 1930.
641. PACKARD (C.) and LAURISTSEN (C. C.) 1931. — Effets biologiques des rayons X à haut voltage. *Science* 321; mars 1931.
642. PAIS (Antonino) 1926. — Influence de l'excitant radio-hormonique dirigé sur les testicules et les ovaires, sur les caractères des descendants. *Atti. R. Accad. Lincei*, Série 6; IV; 227-233; 1926.
643. PANKOW (O.). 1930. — Altérations germinales par irradiations. *Münchener Medizinische Wochenschrift.*, t. LXXXVII, n° 8; 21 janvier 1930.

644. PARKES (A. S.) 1925. — Effets sur la fécondité et la proportion des sexes d'expositions à des doses substérilisantes de rayons X. *Proceed. Roy. Soc. London. B.* 691; 415-435; 1925.
645. PARKES (A. S.) 1926. — Cycle de l'ovulation après stérilisation par rayons X. *Proceed. Roy. Soc. London B.* 702; 172-198; 1926.
646. PARKES (A. S.) 1927. — Sur l'occurrence du cycle œstral après stérilisation aux rayons X. Partie IV. Irradiation de l'adulte durant l'état gravide et la lactation et résumé général. *Proceed. Roy. Soc. London, B.* 713; 51-62; 1927.
648. PASQUINI (Pasquale). 1931. — Sur quelques phénomènes de radiosensibilité des œufs de *Rana esculenta* et sur l'origine de quelques malformations. *Arch. Zool. Ital.* xv; 325-330; 1931.
649. PASQUINI (P.) et MELDOLESI (G.) 1929. — Recherches sur la radiosensibilité dans le développement des œufs d'Amphibiens. I. Radiosensibilité différentielle des divers stades embryonnaires chez les anoures. *Atti Accad. Lincei* x. 298-306; 1929.
650. PASQUINI (P.) e MELDOLESI (G.). 1930. — Recherches sur la radiosensibilité et malformations secondaires par radiosensibilité différentielle chez *Rana esculenta*. *Atti. Accad. Lincei R. C.* xi; 705-712; 4 fig.; 1930.
651. PASTEELS (J.) 1931. — Recherches sur le déterminisme du mode de segmentation des mollusques lamellibranches. (Action des rayons ultra-violet sur l'œuf de *Barnea candida*). *Arch. de Biol.* XLII; 389-413; 6 fig.; 1931.
652. PATTEN (Ruth) E. P. and WYGODER (Sylvia B). 1930. — Modifications cytologiques observables dans les sommets irradiés de racines de haricots. *Quart. journ. microsc. sci.* LXXXII; 633-650; 3 pl.; 1930.
653. PATTERSON (J. T.) 1928. — Effets des rayons X dans la production de mutations des cellules somatiques de *Drosophila melanogaster*. *Science* 41; juillet 1928.
654. PATTERSON (J. T.) 1929. — La production de mutations dans les cellules somatiques de *Drosophila melanogaster* par les moyens des rayons X. *Journ. exp. zol.*; LIII; 327-372; 1929.
655. PATTERSON (J. T.) 1930. a. — Ségrégation somatique produite par les rayons X chez *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natur. Acad. Science Washington* xvi; 109-111; 1930.
656. PATTERSON (J.). 1930. b. — Faits montrant que le chromosome entier n'est pas éliminé dans la production de variations somatiques par l'action des rayons X chez *Drosophila*. *Genetics*, xv; 141-149; 1930.

657. PATTERSON (J. T.) 1931. a. — La production de gynandromorphes chez *Drosophila melanogaster* par les rayons X. *Journ. exp. zool.* LX; 172-211; 1931.
658. PATTERSON (J. T.) 1931. b. — Un gène miniature mutable chez *Drosophila melanogaster*. *Amer. Natur.* LXV; 86-88; 1931.
659. PATTERSON (J. T.) 1931. c. — Irradiation continue ou intermittente et taux de mutation chez la Drosophile. *Biolog. Bull.* LXI; 133-138; 1931.
660. PATTERSON (J. T.) 1932. a. — Mutations léthales et déficientes produites dans le chromosome X de *Drosophila melanogaster* par les rayons X. *Amer. Nat.* LXVI; 193-206; 1932.
661. PATTERSON (J. T.) 1932. b. — Un gène de viabilité dans le chromosome X de la Drosophile *Zest. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre.* LX, 125-136; 1932.
662. PATTERSON (J. T.) 1932. c. — Un type nouveau de Drosophile a yeux bigarrés résultant d'un déplacement chromosomique instable. *Genetics* XVII; 38-39; 3 planches; 1932.
663. PATTERSON (J.) 1933. — Le mécanisme de la formation de mosaïques chez *Drosophila*. *Genetics* XVIII; 32-52. 1933.
664. PATTERSON (J. T.) BREWSTER (W.) and WINCHESTER (A. H.) 1932. — Action du vieillissement et de l'irradiation sur les œufs de *Drosophila melanogaster*. *Journal of Heredity* XXIII; 325-333; 1 fig.; 1932.
665. PATTERSON (J. T.) et MULLER (H. J.) 1930. — Est-ce que des mutations progressives peuvent être produites sous l'action des rayons X? *Genetics* xv; 495-577; 1930.
666. PAUL (Margarete). 1933. — Les racines de l'oignon comme détecteur dans les recherches sur les rayons mitogénétiques. Une recherche de méthode. *Arch. f. Entw. Mech.* CXXVIII; 108-165; 18 fig.; 1933.
667. PAULI (W. E.) und POLITZER (G.). 1929. — Sur l'action des rayons cathodiques sur les cellules au repos et en caryokinèse chez la salamandre. *Zeitsch. f. Zellf. n. mikr. anat.* VIII; 404-424; 17 fig.; 1929.
668. PAYNE (Fernandus) 1913. — Etude sur l'effet du Radium sur les œufs d'*Ascaris megalocephala univalens*. *Archiv. Entw. Mech.* XXXVI, 287-293. 3 pl.; 1913.
671. PERTHES. 1904. — Recherches sur l'influence des rayons du ra-et la cytokinèse des méristèmes radiculaires de *Vicia faba*. *Plant. Archiv. f. wiss. Bot.* IV. 299-357; 9 fig.; 2 pl.; 14 tabl.

670. PERTHES (G.) 1903. — Action des rayons X sur les cellules épithéliales et sur les carcinomes. *Arch. f. Klm. Chirurgie*; 71; pg. 955; 1903.
671. PERTHES. 1904. — Recherches sur l'influence des rayons du radium et de Röntgen sur la division cellulaire. *Deutsche Méd. Wochenschr.* 1904; 30; p. 632 et 668.
672. PETRI (L.) 1928. — Sur les radiations mitogénétiques de Gurwitsch. *Atti Accad. Lincei*, VII; 891-896; 1928.
673. PETRI (L.). 1933. — L'action ionisante de bouillies fraîches de tissus végétaux et les radiations mitogénétiques. *R. C. Accad. Lincei*. XVII; 1041-1043, 1933.
674. PEXEDDI (E.). 1933. — Le pouvoir mitogénétique de saccharomycètes ellipsoïdeus. *Scritti biologici* VII; A-17; 1933.
675. PIROCCHI (L.). 1933. — Mutations obtenues chez *Macrosiphum rosae* L. par les rayons X. *Rev. di Biol.* xv; 205-224; 2 tab.; 1933.
676. PIROVANO (A.) 1933. — Sur l'hérédité chez *Vitis vinifera*. *Ann. di Tecnica agr.* VI; fasc. 4-5-6; 1933.
677. PIROVANO (A.) 1934. — L'induction électromagnétique en biologie. *1^{er} Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
678. PLAGEUS (George M.) 1933. — Etude embryologique d'une race particulière de souris, irradiée aux rayons X, au point de vue de l'étiologie et de la morphogénèse des anomalies. *Journ. Morphol.* LV; 151-178, 4 planches, 1933.
679. PLOUGH (H. H.) 1933. — Mutations induites par la température chez la *Drosophila* et leur significations dans l'évolution. *Amér. Nat.* LXVII; 83-84-1933.
680. PLOUGH (H. H.) and IVES (P. T.) 1934. — Mutations induites par la chaleur chez *Drosophila*. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington* XX; 268-273; 1934.
681. POLITZER (G.). 1925. — Sur les troubles du rythme de la division nucléaire. L'influence des rayons de Röntgen sur la division cellulaire. *Zeitschr. f. Zellf. u. Mikr. Anat.* III 61-90, 28 fig. 1925.
682. POLITZER (G.). 1930. — Au sujet de l'influence des rayons de Röntgen sur la régénération du cristallin. *Arch. f. Entw. Mech.* CXXI; 39-71; 22 fig.; 1930.
683. POLITZER (Georg.) 1934. — Pathologie de la mitose. *Un vol. des Protoplasma monographien. Bornstraeger*, édit., 238 pg., 113 fig.; 1934.

684. POLITZER (G.) et ZAKOWSKY (J.) 1931. — Recherches comparatives entre l'action des rayons de Röntgen et les rayons de Bucky sur la division cellulaire. *Strahlentherapie*. Bd. XLII; Hft. 1; 1931; pg. 165-170.
685. PONOMAREWA (J.). 1931. — L'analyse spectrale mitogénétique. III. Le spectre glycolytique détaillé. *Biochem. Zeitschr.* CCXXXIX; 424-429; 1931.
686. POTOZKY (Anastasia) 1930. — De l'influence de la lumière visible sur l'effet mitogénétique. *Biol. Zentralbl.* L. 712-723; 1930.
687. POTOZKY (A.). 1932. a. — Recherches sur le chimisme des radiations mitogénétiques. II. Le spectre mitogénétique des réactions d'oxydation. *Biochem. zt.* CCXLIX; 270-284; 1932.
688. POTOZKY (A.) 1932. b. — L'influence des radiations visibles sur l'effet mitogène. *Biol. Zentralbl.* LI; 129-138; 1932.
689. POTOZKY (A.) und SALKIND (S.) 1931. — Une nouvelle méthode pour déceler l'effet mitogénétique. *Biol. Zentralbl.* LI; 465-468; 1931.
690. POTOZKY (A.) SALKIND (S.) et ZOGLINÁ (J.) 1930. — Le rayonnement mitogénétique du sang et des tissus d'invertébrés. *Biochem. Zeitschr.* CCXVII; 179-184; 1930.
691. POTOZKY (A.) et ZOGLINA (I.) 1928. — Sur la radiation mitogénétique secondaire fournie par des racines d'oignons isolées du bulbe. *Arch. f. Entw. Mech.* CXIV; 1-8-1928.
692. POZZAN (Angelo). 1932. — Rayons mitogénétiques et hemocatérésie. *Radiobiologia*. T. 1; fasc. 1; pg. 68-73; avril 1932.
693. PROKOFIEWA (E. G.) 1934. — Rayonnement mitogénétique du système urée-urease. *Nature* CXXXIV; 574; 1934.
694. PROMPTOV (A. N.) 1932. — Les effets des rayons ultra-violets sur l'apparition de variations héréditaires chez la drosophile. *Journ. of. Genetics* XXVI; 59-79; 1932.
695. PROTTI (Giocondo). 1932. — Effets photographiques intraorganiques. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 2; pg. 61-66; juillet 1932.
696. PROTTI (Giocondo) 1934. a. — Le phénomène de l'hémo-irradiation appliqué à la clinique. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 4; pages 49-91; sept. 1934.
697. PROTTI (Giocondo) 1934. b. — Nouvelle contribution à la conception photo-bio-électronique des néoplasmes. 1^{er} Congrès Intern. Radiob. Venise 1934.
698. RAHN (Otto). 1934. — Microorganismes comme détecteurs des rayons mitogénétiques. 1^{er} Congrès interna. Radiobiol. Venise 1934.

699. RAJEWSKY (B.). 1931. — A propos de la démonstration physique du rayonnement dit mitogénétique de Gurwitsch. *In Zehn Jahre Forschung auf dem physikalisch medizinischen Grenzgebiet*. Dessauer, édit. Leipzig, 244-257; 1931.
700. RANZI (Silvio). 1926. — Recherches de morphologie expérimentale sur les céphalopodes. *Boll. Soc. Biol. Sper.* I. 343-345; 1926.
701. RANZI (S.). 1930. — Quelques lois de la tératogénèse. *Boll. di Zool.* I-5-7; 1930.
702. REDAELLI (Piero). 1924. — De l'action des rayons X sur le testicule et partiellement sur les cellules de Sertoli. *Arch. di Scienze biol.* v, 347-361, 1 pl. 1924.
703. REDFIELD (Alfred C.) and BRIGHT (Elizabeth M.) 1918. — Etude quantitative sur l'effet des radiations du radium sur la membrane de fécondation de Nereis. *Amér. j. of Physio.* XLV; 374-387; 4 fig.; 1^{re} mars.
704. REDFIELD (Alfred C.) and BRIGHT (Elizabeth M.) 1919. a. — Les effets physiologiques relatifs des rayons beta de différentes vitesses. *Journ. Gen. Physiol.* II; 31-47; 6 fig.
705. REDFIELD (Alfred C.) and BRIGHT (Elizabeth M.) 1919. b. — Les effets physiologiques des rayons beta et gamma sur les œufs de Nereis. *Journ. gén. Physiol.* II 25-30; 1 fig. 1919.
706. REDFIELD (Alfred C.) and BRIGHT (Elizabeth M.) 1919. c. — Coefficient de température de l'action des rayons beta sur les œufs de nereis. *Journ. gén. Physiol.* 1-3; 255-261; 1919.
707. REDFIELD (Alfred C.) and BRIGHT (Elizabeth M.) 1921. — Les changements physiologiques produits par les rayons du radium et la lumière ultra-violette sur les œufs de Nereis. *Journal of Physiol.* LV; n° 1 et 2; 61-85; 8 fig.; 2 tabl. 1921.
708. REDING (R.) et SLASSE (A.). 1930. — Indépendance de l'action du radium sur la cellule en mitose et de son action générale sur le milieu humoral. *C. R. Soc. Biol.* CIII; 27-1930.
709. REGAUD (Cl.) 1922. — Le rythme alternant de la multiplication cellulaire et la radiosensibilité du testicule. *C. R. Soc. Biolog.* LXXXVI; 882; 1932.
710. REGAUD (Cl.) et BLANC (J.) 1906. a. — Action des rayons X sur les diverses générations de la lignée spermatique. Extrême sensibilité des spermatogonies à ces rayons. *C. R. Soc. Biol.* 61; pg. 163; 1906.
711. REGAUD (Cl.) et BLANC (J.) 1906. b. — Action tératogène des rayons X sur les cellules seminales. *C. R. Soc. Biol.* 61; pg. 390; 1906.

712. REGAUD (Cl.) et BLANC (J.) 1906. c. — Action des rayons de Röntgen sur les éléments de l'épithélium seminal. *C. R. Soc. de Biol.* 61; pg. 652; 1906.
713. REGAUD (Cl.) et DUBREUIL (G.) 1908. — Perturbations dans le développement des œufs fécondés par des spermatozoïdes röntgenisés chez le lapin. *C. R. Soc. Biol.* 64; 1014; 1908.
714. REGAUD (Cl.) et FERROUX (R.) 1927. — Discordance des effets des rayons X, d'une part dans la peau, d'autre part dans le testicule, par le fractionnement de la dose: diminution de l'efficacité dans la peau, maintien de l'efficacité dans le testicule. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 431; 1927.
715. REGAUD (Cl.) et LACASSAGNE (Ant.) 1922. — A propos des modifications déterminées par les rayons X dans l'ovaire de la lapine. *C. R. Soc. Biol.*, t. LXXXVII; n° 29; pg 938-940.
716. REGAUD (A.) et LACASSAGNE (Ant.) 1925. — La caryocinèse est un moment de moindre résistance de la cellule aux radiations. *C. R. Soc. Biol.* xcii; 123; 1925.
717. REGAUD (Cl.) et LACASSAGNE (A.) 1927. — Effets histophysiologiques des rayons de Röntgen et de Becquerel-Curie sur les tissus adultes normaux des animaux supérieurs. *Archives de l'Institut du Radium, Radiophysiologie et Radiothérapie*, fasc. I; vol. I
718. REGAUD (Cl.), LACASSAGNE (A.) et JOVIN (J.) 1925. — Lésions microscopiques déterminées par les rayons X dans l'embryon de Poulet. *C. R. Soc. Biol.* xciii; 1587; 1925.
719. REIFFERSCHIED, 1922. — Le problème de l'action biologique des rayons de Röntgen sur les ovaires. *Strahlentherapie Bd.* 14; Hft. 3; 1922; pg. 628.
720. REISS (P.) 1925. a. — Sur l'action comparée des rayons X et du radium sur le noyau et le cytoplasme. *C. R. Soc. Biol.* xcii; 1403; 1925.
721. REISS (P.) 1925. b. — Sur l'excitation des bourgeons de Plantes par les rayons X. *C. R. Soc. Biol.* xcii; 984; 1925.
722. REITER (T.) und GABOR (D.) 1931. — L'état actuel du problème des rayons de Gurwitsch. *Arch. exp. Zellforsch* xi; 21-32; 1931.
723. DE RÉNYI (G. S.) et (M.) et MURPHY (D. P.) 1932. — Etude biologique sur l'action de la curiethérapie sur l'ovaire, avant la conception; recherches effectuées sur le rat blanc. *Amér. Journ. of Röntgenol. a. Rad. Thér.* xxviii; n° 6; décembre 1932; pg. 764.
724. RICHARDS (A.) et GOODS DONUEL. 1919. — Action des rayons X sur le développement des œufs de Cumingia. *Biol. Bull.* xxxvii; 209-221; 1919.

725. RICHARDS (Oscar W.) and Taylor (G.) WELLFORD. 1932. — Les rayons mitogénétiques; critique du procédé de détection à l'aide de la levure. *Biol. Bull.* LXIII; 113-126; 4 fig.; 1932.
726. RIVERA (S.) 1926. — Effets des rayons X sur les tissus végétaux normaux et pathologiques. *Ann. Institut Pasteur.* XL; 12 fig.; 614-658; 1926.
727. RIVERA (Vincenzo) 1925. — Guérison de certains cancers végétaux, par les rayons X. *Atti R. Accad. Lincei; série 6; II*; 142-144; 1 fig.; 1925.
728. RIVERA (V.) 1928. a. — Action de fortes doses de rayons Y sur le *Bactericum tumefaciens*. *Atti. Accad. Lincei.* VII; 867-869; 1928.
729. RIVERA (V.). 1928. b. — Radiosensibilité de *Vicia fava* II. fortes doses de rayons Y. *Riv. di Biol.* X; fasc. 1; II; 1928.
730. RIVERA (V.) 1930. — Radiations et croissance des végétaux. Plantes se développant sous l'enveloppe de plomb. *Atti. Accad. Lincei* XI; 718-720; 1930.
731. RIVERA (V.) 1932. — Le rayonnement pénétrant et le rythme de la vie. *Radiobiologie*, t. 1; fasc. 2; pg. 67-77; juillet 1932.
732. RIVERA (V.) 1934. — Action biologique à distance des métaux. *Premier Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
733. ROADES (M. M.) 1931. — Un nouveau type de translocations de chromosome chez *Drosophila*. *Genetics* XVI; 490-504; 1931.
734. ROBERTSON (Muriel) 1932. — Effet des rayons sur la croissance d'un flagellé. *Quart. Journal microscop. sci* LXXV; 510-541; 4 fig.; 1932.
735. ROBINSON (M. R) 1928. — Recherches expérimentales sur l'action d'une « dose de castration roentgénétherapique » sur les ovaires en ce qui concerne la fécondité et la descendance. *Amér. Journal. of. Röntgenol., a. Rad. Thér.* XX; n° 1; juillet 1928.
736. ROFFO (A. H.) 1926. a. — Action de l'irradiation par les rayons X sur le développement et la biologie des cultures *in vitro* des tissus néoplasiques. *Bol. ins. Med. exp.* II; n° 14; nov. 1926.
737. ROFFO (A. H.) 1926. b. — Irradiation des cellulés néoplasiques cultivées « *in vitro* ». *Bol. inst. de Méd. exp.* II; 541-558; 1926.
738. ROFFO (A. H.) 1927. a. — Culture « *in vitro* » de cellules spléniques soumises à l'irradiation X; *Bol. Inst. Médec. expér.* III; 328-355; 1927.

739. ROFFO (A. H.) 1927. b. — Les irradiations des tissus cultivés « in vitro » à des époques espacées. *Bol. intit. Méd. expr.* III. 491-518; 1927.
740. ROFFO (A. H.) 1934. a. — Action cancerigène des irradiations solaires. *Premier Congrès intern. Radiobiol. Venise* 1934.
741. ROFFO (A. H.) 1934. b. — Heliotropisme de la cholestérine. *Premier Congrès Intern. Radiol. Venise* 1934.
742. ROFFO (A. E. Jr.) 1934. a. — Relation entre les ondes électriques et la multiplication cellulaire dans les cultures de tissus in vitro *Premier Congrès internat. Radiobiol. Venise* 1934.
743. ROFFO (A. E. Jr.) 1934. b. — Les rayons mitogénétiques et les anneaux de Liesegang. *Premier Congrès internat. Radiobiol. Venise* 1934.
744. ROFFO (A. H.) et BARBARA (B.) 1925. — Influence des rayons X sur la respiration des cellules normales et néoplasiques. *Revista. Univers. Buenos-Aires* II; 325-1925.
745. ROGALSKI (Th.). 1925. — Action de l'acide carbonique sur le développement de l'œuf de Poule. *C. R. Soc. Biol.* xciii; 706-1925.
746. RONDONI (Pietro). 1932. — Les facteurs dominants la multiplication cellulaire. *Radiobiologia* t. 1; fasc. 1; pg. 73-93; avril 1932.
747. ROSSMANN (B.) 1928. — Recherches sur la théorie des radiations mitogénétiques. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 346-406; 1 fig.; 1928.
748. ROSSMANN (B.) 1929. — Recherches d'induction mitogénétique avec la levure comme inducteur. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiv; 583-586; 1929.
749. ROSTAND (Jean) 1928. — Les chromosomes. Artisans de l'Hérédité et du Sexe. *Hachette*, 284 pg. 1928.
750. ROSTAND (Jean). 1930. — La Formation de l'Etre. Histoire des idées sur la génération. *Hachette*; 224 fig.; 1930.
751. ROSTAND (Jean). 1931. — Etat présent du transformisme. *Librairie Stock*; 188 pg. 1931.
752. ROSTAND (Jean) 1932. — L'évolution des Espèces. Histoire des Idées transformistes. *Hachette* 206 pg.; 1932.
753. ROSTAND (Jean). 1933. — Les problèmes de l'Hérédité et du sexe. *Editions Rieder*, 22 pg; 60 pl.; 1933.

754. ROUFFART (J. et M.). 1926. — A propos de la survivance des tissus cultivés dans le plasma d'animaux irradiés. *C. R. soc. Biol.* xcv; 865; 1926.
755. RUGGLES (Gates R.) 1930. — Mutations provoquées par les rayons X. *Nature* xl; juillet 1930.
756. RUPPERT (W.) 1925. — Modifications de la sensibilité de l'œuf d'ascaris à divers stades du développement vis-à-vis des rayons ultra-violet. *Z. f. wiss. zoologie*. cxxii; 103-155; 2 fg; 1925.
757. RUSINOFF (P. G.) 1925. — Nouvelles recherches sur les rayons et l'induction mitogénétique. *Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw. Mech.* civ; 121-124; 1925.
758. RUDS, S. CHAMBERS (H.) and SCUTT. (G. M.) 1921. — Sur l'action locale et générale du radium et des rayons X sur le développement des tumeurs. *Roy. Soc. Proceed. B.* 644-125. 134-1921.
759. RUSSEL BARDEEN and BAETJER. 1903. — L'action inhibitrice des rayons de Röntgen sur la régénération des Planaires. *Journ. of. experm. zool.* I, n° 1; 191-195; 1903.
760. RUYSSSEN (R.) 1933. a. — Sur le rayonnement mitogénétique de réactions gazeuses. *Acta. brev. neerl.* iii; 51; 1933.
761. RUYSSSEN (R.) 1933. b. — L'émission de rayons de Gurwitsch par les réactions chimiques entre gazs. *Acad. Roy. de Belgique. Bull. Cl. d Sc.* xix; 535-542; 1933.
762. SAÏDMAN (J.) 1927. — Sur les propriétés biologiques des rayons X de 8 angströms. *C. R. Acad. Scien.* clxxxv; 1618; 1927.
763. SAÏDMAN (J.). 1928. — Sur les propriétés thérapeutiques des rayons X de 8 angströms. *C. R. Acad. Sc.* clxxxvi; 184; 1928.
764. SALKIND (S.j.) 1925. — Nouvelles recherches sur les rayons et l'induction mitogénétique. *Arch. f. Mikr. Anat. u. Entw. Mech.* civ; 116-120; 1925.
765. SALKIND (E.) 1929. — Sur le rythme de la radiation mitogénétique au cours du développement de l'œuf d'oursin. *Arch. f. Entw. Mech.* cxv; 360-362; 1929.
766. SALKIN (S.) 1931. — L'irradiation mitogénétique de la larve de Saccocirrus. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxiv; 467-468; 1931.
767. SALKIND (S.). 1933. — Contribution à l'analyse de l'effet mitogénétique I; sur l'analyse de la dépression mitogénétique. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxviii; 378-392; 1933.
768. SALKIND (S. j.) und PONOMAREWA (J. n.) 1934. — Influence directe des rayons mitogénétiques sur le cours de la division cel-

- lulaire. *Radiobiologia*, t. 1; fasc. 4; Pg. 11-28 septembre 1934.
769. SALKIND S. POTOŽKY (A.) et ZOGLINA (I.). 1930. — L'influence mitogénétique des œufs de *Protodrilus* et *Saccocirrus*. *Arch. f. Entw. Mech.* CXXI; 630-633; 1930.
770. SAMARAJEW (W. N.) 1932. — L'irradiation mitogénétique au cours de la régénération du vers de terre. Processus de résorption comme source de développement de la forme. *Arch. Entw. Mech.* CXXVI; 633-635; 1932.
771. SARTORY (A.) et (R.), MEYER (J.) et ERNST. 1933. — Influence inhibitrice du Radium sur la croissance des racicules de *Lens Esculenta*: dose empêchante minima et temps d'irradiation. *C. R. Ac. Sc.*; T. CXCVII; pg. 1760; 1933.
773. SARTORY (A.), SARTORY (R.) et MEYER (J.). 1926. a. — Etude de l'action du radium sur l'*Aspergillus fumigatus* Fresenius en culture sur milieux dissociés et non dissociés. *C. R. Ac. des Sc.* CLXXXIII; 77; 1926.
774. SARTORY (A.), SARTORY (R.), et MEYER (J.) 1926. b. — La formation des périthèces chez l'*Aspergillus fumigatus* Fresenius sous l'influence du radium. *C. R. Acad. Sc.* CLXXXIII; 1360; 1926.
775. SARTORY (A.), SARTORY (R.), MEYER (J.), 1927. a. — Sur quelques phénomènes observés dans la reproduction de l'*Aspergillus fumigatus* Fresenius soumis à l'influence du radium. *C. R. Soc. Biolg.* xcvi; 267; 1927.
776. SARTORY (A.), SARTORY (R.), MEYER (J.). 1927. b. — Modifications morphologiques et cytologiques apportées par le radium sur la cellule végétale en état d'équilibre biologique. *Bull. Acad. Méd.* 12 juillet 1927, n° 28; pg. 54.
777. SARTORY (A.), SARTORY (R.), et MEYER (J.). 1928. — Influence du radium sur la production des zygospores chez *Mucor spinosus* Van Tieghem (*zygorhynchus spinosus*). *C. R. Acad. Sc.* CLXXXVI; 1010; 1928.
778. SARTORY (A. et R.), MEYER J. et ERNST. 1934. a. — Influence inhibitrice du radium sur la croissance des racicules de *Lens esculenta* Mœnch: Modifications de la dose empêchante minima sous l'influence d'ions antagonistes. *C. R. Acad. Sci.* CXCVIII; 197; 1934.
779. SARTORY (A.) et (R.), MEYER (J.) et ERNST. 1934. b. — Influence inhibitrice du radium sur la croissance des racicules de *Lens esculenta* Mœnch: Modifications de la dose empêchante minima sous l'influence d'ions favorarisants. *C.R. Acad. Sc.* CXCVIII; 386; 1934.

780. SCHAMARINA (N.) 1932. — L'extinction du rayonnement mitogénétique du nerf, lors de la rencontre de deux excitations. *Pflüger's Archiv.* CCXXXI, 252-255; 1 fig.; 1932.
781. SCHAPER. 1904. — Recherches expérimentales sur l'influence des rayons du Radium et de l'Emanation sur le développement embryonnaire et la régénération. *Anat. Anz.* Bd. 25, 1904.
782. SCHEREMETJEW (E. A.) und BRUNST (V. V.) 1933. — Recherches sur l'influence des rayons de Röntgen sur la régénération de la queue de têtards de *Pelobates fuscus*. I. Recherches sur le régénérat, chez des têtards irradiés une fois avec des doses variées. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxx; 771-791; 18 fig.; 1933.
783. SCHERSCHNEW (P. A.) 1932. — Les phénomènes d'induction mutuelle dans les cultures liquides de la levure. *Arch. Biolog Naouk.* xxxii; 359-363; 1932; (en Russe).
784. SCHINZ (R.) et SLOTOPOLSKY (B.) 1924. — Sur l'action des rayons Röntgen sur les testicules en voie de développement. *Arch. f. Mikros. Anat. und Entw. Mech.* cii; 363-378; 8 fig.; 1924.
785. SCHKWARNIKOW (P. K.) und NAWASCHIN (M. S.) 1934. — Sur l'accélération des mutations dans les graines au repos sous l'influence d'une élévation de la température. *Planta*; xxii; 720-736; 19 fig.; 3 tabl.; 1934.
786. SCHLUGT (P.) 1928. — Recherches expérimentales sur les lésions produites chez les descendants après les applications des rayons de Röntgen chez les ascendants. *Strahlentherapie* Bd. xxviii; Hft. 3; 1928; pg. 546-567.
787. SCHMIDT (H. E.) 1906. — Action des rayons X sur le développement des œufs d'Amphibiens. *Arch. Mikr. Anat.* Lxxi; 248-253; 1 planche; 1906.
788. SCHMITT (F. O.) and OLIVER (C. P.) 1933. — Radiations électrostatiques et effets génétiques. *Amér. Natur.* Lxviii; 67-68; 1933.
789. SCHMITT (W.) 1928. — Observations nouvelles sur la question des lésions des descendants des femmes irradiées. *Strahlentherapie.* Bd. xxx. Hft. 1; 1928; pg. 24-64.
790. SCHMUTZ. 1928. — Observations nouvelles sur la question des lésions des descendants des femmes irradiées. *Strahlentherapie.* Bd. xxx; Hft. 1; 1928; 24-26.
791. SCHOLT (W.). 1902. — Action des rayons X sur la peau saine et pathologique. *Arch. f. Dermat. und syph.* 59; pg. 87; 241 et 421; 1902.

792. SCHÖNHOLZ (L.). 1925. — Le problème de la radio-castration temporaire de la femme. *Münchener Medizinische Wochenschrift*. Vol. LXXII; n° 22; 29 mai 1925; pg. 886-888.
793. SCHOUTEN (S. L.) 1932. — Radiations de Gurwitsch et germination de spores de Champignon. *Acta brev. neer. Phys.* II; 123; 1932.
794. SCHREIBER (H.) et FRIEDRICH (W.) 1930. — Sur la mise en évidence et l'intensité du rayonnement mitogénétique. *Biochem. Zeitschr.* CCXXVII; 386-400; 1930.
795. SCHREIBER (H.) und NAKAIDZUMI (M.) 1932. — Recherches sur le problème des radiations mitogénétiques. Contribution à l'étude de la question du rayonnement d'oignon, du carcinome et du sang. *Biochem. Zt.* CCXLVII; 161-170; 1932.
796. SCHUBERT (M.) 1927. — Recherches sur l'action biologique des rayons de Röntgen au moyen de cultures de tissus. *Strahlentherapie Bd.* XXVI; *Hft.* 1; 1927; pg. 425-471.
797. SCHULGT. 1929. — Recherches expérimentales sur les lésions produites chez les descendants après applications des rayons de Roentgen chez les ascendants. *Strahlentherapie. Bd.* XXVIII; *Hft.* 3; 1929; pg. 546-567.
798. SCHULTZ (J.) 1933. — Action des rayons X sur *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics* XVIII; 284-292; 1933.
799. SCHWARTZ (G.) 1925. — La méthode des petites doses renouvelées et ses bases biologiques. *Strahlentherapie Bd.* 19; H. 2; 1925; pg. 325.
800. SCHWARZ (G.). 1903. — Etude physico-physiologique de l'action des rayons du radium sur l'œuf de Poule. *Arch. f. Physiol. Bd.* 100; Bonn. 1903.
801. SCHWARZ (W.). 1928. — Le problème des rayons mitogénétiques. *Biol. Zentralbl.* XLVIII; 302-308; 1908.
802. SCHWAZ, G. CBEPA et SCHINDLER. 1924. — Sur le problème de l'influence excitatrice des rayons de Röntgen sur la croissance des plantes supérieures. *Fortschr. Auf d. Geb. der Röntg. Bd.* 31; *Hft.* 5-6; mars 1924.
803. SCHWEMMLE (J.) 1929. — Rayons mitogénétiques. *Biol. zentralbl.* XLIX; 421-437; 1929.
804. SCOTT (C. M.) 1933. — Action biologique des rayons X homogènes et hétérogènes. *Proceed. Roy. Soc.* CXII; B. 777.
805. SCOTT (C. M.) 1934. — Action des rayons X sur les œufs de *Calliphora*. *Proceed. Roy. Soc.* CXV. B. 792; 100-121; 1 pl.; 1934.

806. SECKT (H.) 1902. — L'influence des rayons X sur l'organisme végétal. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* xx; 87-93; 1902.
807. SEIDE JAKOB. 1925. — Sur la connaissance de l'action biologique des rayonnements. Recherches sur l'influence des radiations ultra-violettes, des rayons X et du radium sur l'œuf d'*Ascaris*. *Z. f. wiss. zool.* cxxiv; 252-304; 15 Tabl. 1925.
808. SEIDE (J.) 1926. — Essai sur l'effet biologique de l'irradiation chez *Hydatina senta* Ehrbg. *Zool. Anz.* Lxix; 81-96; 1926.
809. SEIDE (Jacob). 1928. — Le point d'attaque du rayonnement dans la cellule. *Naturwissenschaften.* xvi; 128-131; 1928.
810. SEWERTZOWA (L. B.) 1929. — A propos de la question des radiations mitogénétiques. Sur l'influence des rayons mitogénétiques sur la multiplication des bactéries. *Biol. Zentralbl.* xlix; 212-230; 1929.
811. SEYFERT (Franz). 1932. — Sur la preuve physique des rayons mitogénétiques. *Jahrb f. wiss. Bot.* Lxxvi; 747-763; 7 fig.; 1932.
812. SEYNSCHE (R.) 1926. — Irradiation des ovaires et descendance. *Strahlentherapie Bd.* xxi; *Hft.* 4; 1926; pg. 600-607.
813. SIEBERT (W.) 1928. a. — Sur le rayonnement mitogénétique du muscle en travail et de quelques autres tissus. *Biochem. Zeitschr.* ccii; 115-122; 1928.
814. SIEBERT (W.) 1928. b. — Sur les causes du rayonnement mitogénétique. *Biochem. Zeitschr.* ccii; 115-122; 1928.
815. SIEBERT (W. W.) 1930. a. — Le rayonnement mitogénétique du sang et des urines d'hommes bien portants ou malades. *Biochem. Zeitschr.* ccvi; 253-256; 1930.
816. SIEBERT (W.) 1930. b. — Le phénomène de Stempell dans les anneaux de Liesegang. *Biochem. Zeitschr.* ccxx; 487-492; 1930.
817. SIEBERT (W. W.). 1931. — Rapport sur quelques recherches concernant l'irradiation mitogénétique. *Arch. exp. Zellfors* xi; 52-55. 1931.
818. SIMON (S.). 1930. — Effets de l'irradiation d'un des gamètes sur la gastrulation chez *Rana fusca*. *C. R. Soc. Biol.* civ; 1052; 1930.
819. SITTENFIELD (M. J.) 1926. — Etudes expérimentales sur les effets biologiques du radium sur les tissus cultivés « in vitro ». *Amer. journ. of. Roentgen. a Rad. Ther.* xv; n° 2; février 1926; pg. 155.
820. SIVERTZEV-DOBZHANSKY (N. P.) 1933. — Déficience et duplication concernant le gène « lobbed » chez *Drosophila melanogaster*. *Genetics.* xviii; 173-192; 1933.

821. SNELL (George D.) 1933. a. — Stérilité par les rayons X chez la souris domestique mâle. *Journ. exp. zool.* LXV; 421-441; 1933.
822. SNELL (G. D.) 1933. b. — Changements génétiques chez la souris produits par l'action des rayons X. *Amér. Natur.* LXVII; 81-1933.
823. SNELL (G. D.), BODEMANN (E.) and HOLLANDER (W.) 1934. — Une translocation chez la souris et son action sur le développement. *Journ. exp. zool.* LXVII; 93-104; 1934.
824. SNYDER (Laurence H.) 1925. a. — L'effet des rayons X sur la fertilité des rats. *Améric. Naturel.* LIX; 87-91; 1925.
825. SNEYDER (Laurence H.) 1925. b. — Rayons X stérilité et altérations génétiques. *Am. journ. of. Röntgen. a Rad. Ther.* XIV; n° 3; sept. 1925; pg. 241.
826. SOKOLOFF (Boris) 1926. — Quelques considérations à propos du déséquilibre cellulaire. *Arch. f. exper. zellfors. bes. gewebe.* III. 58-92; 1926.
827. SOKOLOFF (B.) 1927. — Contribution au problème de la Radiosensibilité. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 1620; 1927.
828. SOLOMONSEN (C. J.) et DREYER (G.) 1903. — Recherches sur les effets physiologiques du radium. *C. R. Ac. Sc.* cxxxviii; 1543-1545; 1903.
829. SORIN (A. N.) 1926. — Sur l'analyse de la radiation mitogénétique du sang. *Arch. f. Entw. Mech.* cviii; 634; 1926.
830. SORIN (A. N.) en collaboration avec M. D. KISLJAK-STATKEWITSCH. 1928. Sur l'induction mitogène dans les jeunes stades du développement de l'embryon de Poulet. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 724-730; 1928.
831. SPEAR (F. G.) 1930. — Effet mortel retardé du radium sur les cultures de tissus in vitro. *Proceed. Roy. Soc. London*, B. 741-44-49; 1930.
832. SPEAR (F. G.) 1931. — Résumé d'un travail sur quelques effets du radium sur les cultures de tissus in vitro. *Arch. exp. zellfors.* xi; 119-120; 1931.
833. SPEAR (F. G.) 1932. — Effets des irradiations discontinues sur les cultures de tissus in vitro. *Proceed. Roy. Soc. London*, B. 766; 224-234; 1932.
834. STACHOWITZ (W.) 1914. — Changements apportés dans le développement d'embryons d'Amphibiens qui au stade de la plaque médullaire ont été irradiés au radium. *Arch. Mikr. Anat.* LXXXV; 34 pp.; 2 pl.; 1914.

835. STADLER (L. J.) 1928. a. — Effets génétiques des rayons X sur le maïs. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington*, xiv; 69-75; 1928. 1928.
836. STADLER (L. J.) 1928. b. — Mutations de l'orge dues aux rayons X et au radium. *Science* 186; août 1928.
837. STADLER (J. L.) 1930. — Quelques effets génétiques des rayons X sur les végétaux. *Journ. of. Heredity* xxi; 3-19; 13 fig.; 1930.
838. STANCATI (M. S.) 1932. — Production d'effets génétiques léthaux dominants par l'action des rayons X sur les spermatozoïdes d'*Halobracon*. *Science* 197; août 1932.
839. STEIN (Emmy). 1927. — Recherches sur les radiomorphoses d'*Antirrhinum*. *Zeit. f. ind. Abstam. u. Vererbgslehre*. XLIII; 1-87; 1927.
840. STEIN (E.). 1929. — Dégénérescence des tissus chez les plantes à la suite d'une exposition au radium. La radiomorphose d'*Antirrhinum*. *Biol. zentr.* XLIX; 112-126; 17 fig.; 1929.
841. STEIN (Emmy). 1930. — Sur les dégénérescences des tissus induites par les rayons du radium dans *Antirrhinum* (Phytocarcinome) et sur leur hérédité; induction somatique et hérédité. *Biol. Zentralblatt*. L. 129-158 ; 27 fig. ; 1930.
842. STEIN (Emmy) 1933. — Sur des chimères périclinales végétatives d'*Antirrhinum* produites par l'action du radium. *Zeit. ind. Abst. u. Vererbungslehre*. LXIV; 77-94; 1933.
843. STEILNICEANU (E.). 1930. — Observations prolongées sur la vie du Vers à soie isolés; action des rayons ultra-violet sur les œufs. *Annuario R. Staz. Bacol. Sper. Padova*. XLVI; 15 pg. 1930.
844. STEILNICEANU (E.). 1931. — Observations prolongées sur la vie d'individus isolés de *Bombyx Mori* et observations sur l'action des rayons ultra-violet sur les œufs. *Ann. Staz. Bacol. sper. Padova*. XLVI; 409-421; 1931.
845. STEMPELL (W.) 1929. — Mise en évidence des rayons émis par le produit de broyage de la base d'oignons par la modification qu'ils entraînent dans la formation des anneaux de Liesegang. *Biol. Zentral.* XLIX; 607-615; 1929.
846. STEMPELL (W.). 1930. — Notice sur l'action de la pulpe de l'oignon sur la formation des anneaux de Liesegang. *Biol. Zentralbl.* L. ; 248-251 ; 1930.

847. STEPELL (W.) 1931. a. — L'eau oxygénée comme détecteur du rayonnement et de la fermentation de l'organisme. *Protoplasma* XII; 538-548; 1931.
848. STEPELL (W.) 1931. b. — Au sujet des radiations d'organismes. *Arch. exp. zellforsch* XI; 38-41; 1931.
849. STEPELL (Walter) 1933. — Action à distance des organismes sur les anneaux de Liesegang. *Radiobiologie*, t. I; fasc. 3; pg. 67-68; décembre 1933.
850. STEPELL (W.) und ROMBERG (G. V.). 1931. — Sur la radiation et l'émanation gazeuse des organismes. *Protoplasma* XIII; 228-235; 1931.
851. STEPELL (W.) und ROMBERG (G. Von). 1932. — Nouvelles expériences sur l'action du rayonnement biologique et des corps volatils, en particulier du carcinome et du muscle fatigué sur les anneaux de Liesegang. *Biol. Zentralbl.* LI; 413-420; 1932.
852. STERN (C.). 1933. — Liaison et échange de facteurs. in *Baur und Hartmann. Handbuch der Vererbungswissenschaft. Lief. 19*; 331 pg.; 141 fig.; *Bornträger. Berlin* 1933.
853. STEVENS (N. M.) 1908. — Effet de la lumière ultra-violetle sur le développement des œufs d'*Ascaris megalcephala*. *Arch. Entw. Mec.* XXVII; 622-639; 3 pl.; 1908.
854. STEVENS (F. L.) 1928. a. — Phase sexuée de champignons provoquée par l'ultra-violet. *Science*; 14 mai 1928.
855. STEVENS (F. L.). 1928. b. — Effets des radiations ultra-violettes sur divers champignons. *Bot. Gazet.* LXXXVI; 210-225; 12 fig.; 1928.
856. STEVENS (F. L.) 1930. — Réponse aux radiations ultra-violettes de *Glomerella cingulata*. *Amér. f. Bot.* XVII; 870-881; 6 fig.; 1930.
857. STOCKARD (Charles R.) 1924. — La structure de l'œil du vertébré comme un index des ralentissements de développement. *Amér. Natur.* LVIII; 24-35; 1924.
858. STONE (R. G.) 1929. — Action des rayons X sur la régénération des *Tubifex*. *Anat. Record.* XLIV; 196; 1929.
859. STONE (Raymond G.). 1933. — Effet des rayons X sur la régénération antérieure de *Tubifex tubifex*. *Journ. Morphol.* LIV; 303-320; 8 fig.; 1933.
860. STRANSKOVĚ (H. H.) 1932. — Action des rayons X sur une lignée « inbred » de Cobayes. *Journ. exp. zool.* LXIII; 175-202; 1932.

861. STRANGEWAYS (T.S.P.) and Oakley (H.E.H.) 1923. — Sur les changements immédiats observés dans les cellules des tissus après exposition aux rayons X mous, durant la culture in vitro. *Proc. Roy. Soc. B.* 669-373-381; 1923.
862. STANGEWAYS (T. S. P.) and Hopwood (F. R.) 1926. — Effets des rayons X sur la division cellulaire mitotique dans la culture de tissus in vitro. *Proc. Roy. Soc. London, B.* 703-283-292; 1926.
863. STRANGEWAYS (T. S. P.) and Fell (H. B.) 1927. — Etude de l'action directe et indirecte des rayons X sur les tissus de l'embryon de Poulet. *Proceed. Roy. Soc. London, B.* 713; 9-28; 1927.
864. STRELIN (G.). 1929. — Etudes radiologiques chez l'Hydre II. Les changements histologiques dans la structure de *Pelmato-hydra oligactis* sous l'influence des rayons X et leur signification au point de vue multiplication et régénération. *Arch. f. Entwickungsmech.* cxv; 27-51; 15 fig.; 1929.
865. STUBBE (Hans). 1930. a. — Recherches sur le déclenchement expérimental de mutations chez *Antirrhinum majus*. I. Expériences avec des rayons X, action brusque de l'élévation de température et de la centrifugation. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre.* LVI; 1-38; 1930.
866. STUBBE (Hans) 1930. b. — Recherches sur le déclenchement expérimental de mutations chez *Antirrhinum majus*. II. Action des rayons X et actions chimiques sur les semences et les cellules germinatives. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LVI; 202-232; 1930.
867. STUBBE (H.). 1930. c. — Le radium et les rayons de Röntgen comme facteur de variation des espèces. *Strahlentherapie. Bd.* xxxvii; *Hft.* 1; 1930; pg. 124-136.
868. STUBBE (Hans). 1932. — Recherches sur la production expérimentale de mutations chez *Antirrhinum majus*. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre.* LX; 474-513; 1932.
869. STUBBE (Hans). 1933. — Recherches sur l'amplification expérimentale de mutations. Sur la relation existant entre la dose et le pouvoir de mutabilité par l'action des rayons de Röntgen sur les gonades mâles. *Zeit. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LXIV; 181-204; 1933.
870. SUSMANOWITCH (H.). 1928. — Epuisement par induction mitogène. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 753-758; 2 fig.; 1928.
871. SVENSON (H. K.) 1929. — Effets biologiques des rayons X. *Science.* 361; mars 1929.
872. TAYLOR (G. Wellford) and HARLEY (E. NEWTON). 1931. — La question de la radiation mitogénétique. *Biol. Bull.* LXI; 286-293; 1931.
873. TCHAHOTINE (Serge) 1920. — Action localisée des rayons ultra-violets sur le noyau de l'œuf d'oursin par radiopuncture microscopique. *C. R. Soc. Biol.* LXXXIII; 1593; 1920.

874. TCHAKHOTINE (S.) 1929. — Activation de l'œuf d'Oursin avec une micropiqûre de rayons ultra-violet. *Boll. Soc. Biol. Sper.* iv; 475-479; 1929.
875. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1929. a. — Les effets des rayons X comme producteurs de mutations somatiques d'un locus défini dans différentes directions chez *Drosophila melanogaster*. *Amer. Nature.* LXIII; 118-124; 1929.
876. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.). 1929. b. — Les genovariations recessives et la genovariabilité dans diverses directions. I. Genovariations somatiques des gènes W, w^e et w chez *Drosophila melanogaster* sous l'influence des rayons de Röntgen. *Arch. f. Entw. Mech.* cxv; 619-635; 1929.
877. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1931. a. — Quelques recherches chez *Drosophila melanogaster* sur la nature de l'influence des rayons Röntgen sur les processus de mutations. *Arch. f. Entw. Mech.* cxxiv; 654-665; 3 fig.; 1931.
878. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.). 1931. b. — L'action des rayons X a-t-elle en génétique un effet prolongé? *Journ. of. Heredity* xxii; 321-323; 2 fig.; 1931.
879. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1932. — Différence entre facteurs « normal » de la série « white » de deux populations géographiques séparées de *Drosophila melanogaster*. *Biol. Zentralbl.* LI; 468-476; 1932.
880. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1933. a. — Mutations reverses et mutabilité de gènes dans diverses directions. iv Mutations provoquées par les rayons X. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LXV; 278-292; 1933.
881. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1933. b. — Mutations reverses et mutabilité des gènes dans diverses directions. *Zeit. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LXVI; 165-179; 1933.
882. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1933. c. — Mutations reverses et mutabilité de gènes dans diverses directions. Mutations de gènes du locus forked par les rayons de Röntgen. *Zeit. ind. Abst. u. Vererbungslehre* LXIV; 173-175; 1933.
883. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (N. W.) 1934. — Recherches chez la *Drosophila melanogaster* sur les relations entre la dose et le mode de l'irradiation röntgenienne et le taux des mutations provoquées. *Strahlentherapie Bd.* XLIX; *Hft* 3; p. 463-478; 1934.
884. TOKIN (B. P.) 1930. — Sur les rayons mitogénétiques et les anneaux de Liesegang. *Biol. Zentralbl.* L. 641-671; 1930.
885. TOKIN (B. P.) 1931. — Au sujet des rayons mitogénétiques et de l'anneau de Liesegang. *Arch. exp. zellfors.* xi; 42; 1931.

886. TOKIN (B. P.) und BARANENKOWA (A. S.). 1931. — Au sujet des huiles d'éther et de la division cellulaire. *Arch. expr. zellfors.* xi; 63-64; 1931.
887. TOMBERG (Victor). 1934. — Effet biologique des radiations à courtes longueur d'onde. 1^{er} Congrès intern. Radiobiol. Venise 1934.
888. TOOMBS (P. W.) 1929. — Effets du radium et des rayons X sur le fœtus intra-utérin. *Amér. Journ. Obst. a gynécol.*, t. xvii; n° 4; avril 1929; p. 523.
889. TOUMANOFF (C.) et VEREETENNIKOFF (S.). 1930. — Résultats préliminaires d'expériences d'irradiation par les rayons X sur *Carausius (Dixippus) morosus* Br. et Redt. *Bull. biol. Fr. et Belg.* LXIV; 495-510; 4 fig.; 1930.
890. TRILLAT (J.-J.). 1926. a. — Sur l'action secondaire des rayons X sur les micro-organismes. *C. R. Acad. Sci.* CLXXXIII; 1304; 1926.
891. TRILLAT (Jean-Jacques). 1926. b. — Action des rayons X de grande longueur d'onde sur les microorganismes (cas du *B. prodigiosus*). *C. R. Acad. Sci.* CLXXXIII; 614-1926.
892. TRILLAT (Jean-Jacques). 1927. — Sur l'attribution aux électrons secondaires de l'action des rayons X sur les micro-organismes. *C. R. Acad. Sc.* CLXXXIV; 170; 1927.
893. TSCHASSOWNIKOW (N.). 1929. — Au sujet de la culture de thymus irradié in vitro. *Arch. f. expér. zellfors* VIII; 189-236; 7 fig.; 1 pl.; 1929.
894. TUMA (Wladimir). 1931. — De l'influence des rayons gamma du radium sur le développement et sur les tissus de l'embryon de Poulet. *C. R. Ass. Anat.* xxvi; 514; 2 fig.; 1931.
895. TUR. (J.). 1903. — Sur les malformations embryonnaires obtenues par l'action du radium sur les œufs de la Poule. *C. R. Soc. Biol.* LVII; 236; 1903.
896. TUR (J.). 1905. — Sur l'influence des rayons du radium sur le développement de la Roussette (*Scyllium Canicula*). *Arch. Zool. exp.* (4); V; xxxix; XLVII.
897. TUR (Jan.). 1907. — Nouvelles séries d'expériences sur l'action teratogène des rayons du Radium sur les embryons de la Poule. *C. R. Soc. Scient. Varsovie* 1-12; 6 fig.; (en polonais, résumé en français).
898. TUR (J.). 1908. a. — Expériences sur l'influence des rayons du radium sur les embryons du Canard. (*Anas dom.*) *C. R. Soc. Scient. Varsovie* II; fasc. 3; 95-116; 8 fig.; en polonais, résumé en français.

899. TUR (J.). 1908. b. — Sur le développement des œufs de *Philine aperta* L. exposés à l'action du Radium. *C. R. Ac. Sc.* cXLIX; 439-441; 1908.
900. TUR (J.). 1910. — Sur le développement des œufs de *scyllium* (*Sc. canicula* cuv.) exposés à l'action du Radium. *C. R. Ass. Anat.* 13^e Réunion Paris 26-31; 5 fig.; 1910.
901. TURNER (Clarence D.) 1934. — Les effets des rayons X sur la régénération de la partie postérieure de *Lumbriculus inconstans*. *Journ. exp. zool.* LXVIII; 95-119; 1934.
902. TUTHILL (John B.) und RAHN (Otto). 1933. — Mise en évidence de la radiation mitogénétique par le bourgeonnement de Levures. *Arch. f. Mikrobiologie.* IV; 565-573; 1 fig.; 1933.
903. URBANOWICZ (Dr K.) 1928. — L'irradiation mitogène de *Gurwitsch* éprouvée sur le rythme de division des *Paramécies*. *Arch. f. Entw. Mech.* CX; 417-426; 1928.
904. VACCA (Adriano) 1931. — Travaux ultérieurs sur la radiation mitogénétique II. Influence des essences végétales sur la segmentation des œufs fécondés de *Paracentrotus lividus*. *Scritti. biologi* VI; 195-208; 1931.
905. VAN ATTA (E. A.) 1932. — Etude génétique et cytologique de caractères dominants concernant la couleur de l'œil produits chez *Drosophila* par l'action des rayons X. *Genetics* XVII; 637-659; 1932.
906. VERNONI (G.). 1909. — Etudes d'embryologie expérimentale. L'action du radium sur l'œuf de Poule. *Arch. Entw. Mech.* XXXI; 307; 3 pl., 1909.
907. VIALE (Gaëtan). 1934. — Les actions biologiques des radiations. 1 volume, 361 pg. et 50 fig. *Fratelli frères. Editeurs. Milan.*
908. VINTEMBERGER (P.). 1928. a. — Sur les variations de la Radiosensibilité du cours des premières mitoses de segmentation dans l'œuf de *Rana fusca*. *C. R. Soc. Biologique.* xcVIII; 532; 1 fig.; 1928.
909. VINTEMBERGER (P.) 1928. b. — Sur l'amplitude des variations de la radiosensibilité dans l'œuf de *Rana fusca* au cours des premières mitoses de segmentation. *C. R. Soc. Biol.* xcVIII; 536; 1928.
910. VINTEMBERGER (P.) 1928. a. — Sur les variations de la radiosensibilité au cours des premières mitoses de segmentation dans l'œuf de *Rana fusca*. *C. R. Soc. Biol.* t. xcVIII; pg. 532; 1928.
911. VINTEMBERGER (P.). 1928. b. — Sur l'amplitude des variations de la radiosensibilité dans l'œuf de *Rana fusca* au cours des

- premières mitoses de segmentation. *C. R. Soc. Biol.*, t. xcviij; 1928; p. 536.
912. VINTEMBERGER (P.). 1928. c. — Sur l'emploi des rayons X en embryologie, comme agent de destruction localisée. Une technique nouvelle pour l'étude de la potentialité des deux premiers blastomères dans l'œuf de la grenouille rousse. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 1590; 1928.
913. VINTEMBERGER (P.). 1928. d. — Sur les effets des irradiations localisées à l'un des deux premiers blastomères dans l'œuf de Grenouille Rousse. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 1592; 1928.
914. VINTEMBERGER (P.). 1928. e. — Sur le résultat de l'application d'une dose forte de rayons X à une région de la cellule ne renfermant pas le noyau. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 1965; 1 fig.; 1928.
915. VINTEMBERGER (P.). 1928. f. — Sur les effets d'applications de rayons X localisées soit au protoplasma soit à la région nucléaire de la cellule. *C. R. Soc. Biol.* xcix; 1968; 1 fig.; 1928.
916. VINTEMBERGER (P.). 1929. a. — Sur une technique permettant d'irradier dans des conditions de grande précision, une fraction déterminée d'une cellule volumineuse comme l'œuf de grenouille rousse. *C. R. Soc. Biol.* cli; 1929; pg. 1050.
917. VINTEMBERGER (P.) 1929. b. — Sur les résultats de l'application d'une très forte dose de rayons X à l'hémisphère inférieur, annulée, de l'œuf de Grenouille Rousse. *C. R. Soc. Biol.* cli; 1929; pg. 1053.
918. VINTEMBERGER (P.) 1929. c. — Sur les résultats de l'application d'une très forte dose de rayons X à diverses régions de l'œuf de Grenouille Rousse. *C. R. Soc. Biol.* cli; 1929; page 1055.
919. VINTEMBERGER (P.). 1930. a. — Etude expérimentale sur la mitose envisagée comme facteur de radio-sensibilité. *Arch. Anat. Hist. et Embryol.* xii; 229; 1930.
920. VINTEMBERGER (P.). 1930. b. — De l'action du froid sur les cellules en mitose. II. De l'égale radio-sensibilité des blastodermes en activité et des blastodermes mis au repos par refroidissement. *C. R. Soc. Biol.* clii; 705 et 707; 1930.
921. VINTEMBERGER (P.). 1933. — Résultats de la suppression du blastopore chez *Rana fusca*, par irradiation localisée à l'hémisphère inférieur de la blastula et théorie de l'origine blastoporale du dos de l'embryon. *C. R. Soc. Biol.* cxii; 809; 1933.

922. VINTEMBERGER (P.) 1934. a. — Sur l'évolution de l'ébauche médullaire présomptive, dans l'œuf de *Rana fusca*; après irradiation localisée empêchant la formation de tout revêtement la séparant du blastocèle. *C. R. Soc. Biol.* cxv; 392; 1934.
923. VINTEMBERGER (P.) 1934. b. — Sur l'évolution de l'ébauche médullaire présomptive, dans l'œuf de *Rana fusca*, après destruction étendue, mais incomplète du centre organisateur. *C. R. Soc. Biol.* cxv; 394; 1934.
924. WAGNER (N.). 1927. — A propos des rayons mitogénétiques découverts par A. Gurwitsch. *Biol. Zentralbl.* XLVII; 670-678; 1927.
925. WAGNER (G. A.) et SCHÖNHOF (Clara) 1926. — Recherches expérimentales et histologiques pour l'étude du mécanisme d'action de petites doses de rayonnement sur les ovaires de femme. *Strahlentherapie. Bd* xxii; *Hft* 2; 1916; pg. 125-140.
926. WARNFORD-MOPPETT. 1931. — Réaction de tissus vivants à un rayonnement X homogène produit par défraction cristalline. *Proceed. Roy. Soc. London. B.* 759; 503-510; 1931.
927. WASSILEW (L. L.) FRANK (G. M.) und GOLDENBERG (E. E.) 1931. — Recherches sur la radiation mitogénétique des nerfs. *Biol. Zentralbl.* I, 225-231; 1931.
928. WASSERMANN (F.) 1931. — Au sujet de l'inhibition de la division cellulaire par la chaleur et au sujet de l'action des rayons mitogénétiques après cette inhibition. *Arch. exp. Zellforsch.* xi-43-51; 3 fg; 1931.
929. WATERMAN (A. J.) 1934. — Nouvelles études sur l'exogastrulation chez l'oursin. *Biol. Bull.* LXVII; 172-181; 1934.
930. WATRIN (J.). 1926. — Action comparative des rayons X et des rayons ultraviolets sur les développements de larves de *Rana Temporaria*. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 189, 1926.
931. WEIGAND (K.). 1930. — Régénération chez les Planaires et chez *Clavelina* sous l'influence des rayons du radium. *Zeitsch. f. wiss. zool.* cxxxvi; 255-318; 45 fig.; 1930.
932. WEINSTEIN (Alex.). 1928. — Production de mutations et remaniements de gènes par les rayons X. *Science* 376; avril 1928.
933. WERNHARDT (K.). 1927. — Influence des rayons X sur la germination et la croissance des végétaux. *C. R. Soc. Biol.* xcvi; 1090; 1927.
934. WHITING (P. W.). 1928. — Production de mutations par rayons X chez *Habrobracon*. *Science*, 59; juillet 1928.

935. WHITING (P. W.) 1932. — Mutations chez *Habrobacon*. *Genetics* xvii; 1-30; 2 pl.; 1932.
936. WHITMAN (W. G.) 1933. — Irradiations générales d'animaux par les rayons gamma très filtrés. *Radiologie*, sept. 1933. Vol. LXXI; n° 3; p. 265.
937. WHITTING (A. R.) et BOSTIAN C. H. 1931. — Action des rayons X sur les larves d'*Habrobracon*. *Genetics*, xvi; 659-680; 1931.
938. WIGODER (Sylva) B. 1929. — Action des rayons X sur le testicule. *But. Journ. of Radiol.*, N. S. II; n° 17; mai 1929; p. 213.
939. WILLCOK. 1903. — Action des rayons du radium sur quelques formes simples de la vie animale. *Journ. of Physiology*. xxx; 449-454.
940. WINTREBERT (L.). 1906. — Influence d'une faible quantité d'émanation de radium sur le développement et la métamorphose des Batraciens. *C. R. Ac. Sc.* cxliii; 1259; 1262.
941. WISLANSKI (KAZIMIERZ), 1930. — Au sujet du problème de la stérilisation temporaire. *Gynécologie et obstétrique* 1930; vol. I; page 162.
942. WOLFERS. 1922. — L'action biologique des rayons X. *Revue des Sciences*, 15 mai 1922; n° 5.
943. WOLFF (Etienne). 1933. a. — Les stades précoces de l'omphalocéphalie. *C. R. Soc. Biol.* cxii; 805; 1933.
944. WOLFF (Etienne). 1933. b. — Application de la méthode des irradiations localisées à la production et à l'étude des Poulets omphalocéphales. *C. R. Soc. Biol.* cxii; 801; 1933.
945. WOLFF (L. K.) und RAS. (G.). 1932. a. — Rayons de Gurwitsch secondaires. *Actabrew; neerf. Phys.* ii; 127; 1932.
946. WOLFF (L. K.) und RAS (G.). 1932. b. — Sur les radiations de Gurwitsch au cours de simples réactions chimiques. *Biochem. Zt.* ccl; 305-307; 1932.
947. WOLFF (L. K.) et RAS (G.) 1933. — Sur des rayons mitogénétiques. III. *Biochem Zt* cclix; 210-1933.
948. WOLFF (L. K.) et RAS (G.). 1934. — Effets des rayons mitogénétiques sur les œufs de *Drosophila melanogaster*. *Nature* 499; mars 1934.
949. WOSKRESSENSKY (N. M.) 1928. — Sur l'effet de l'action des rayons de Röntgen sur la croissance embryonnaire. *Arch. f. Entw. Mech.* cxiii; 447-461; 5 fig. 1928.
950. YAMAMOTO (T.) 1919. — Recherches expérimentales sur les effets de l'irradiation des germes sur la descendance. *Japan. Med. World.*, 15 sept. 1919.
951. ZAKRZEWSKI (J.) 1933. — Au sujet de l'action de l'irradiation de

Gurwitsch sur les cultures tissulaires in vitro. *Arch. exper. Zellforsch.* xiv; 471-478; 1933.

952. ZAPPERT, 1925. — Les enfants des mères irradiées avec les rayons de Röntgen. *Wiener Klin. Woch.*, juin 1925, pg. 669.
953. ZAWARZIN (A.). 1929. — Recherches radiologiques chez l'Hydre. I l'action des rayons X sur la multiplication et la régénération de *Pelmato hydraoligaotis*. *Arch. f. Entwicklungs-mech.* cxv-1-26; 9 fig.; 1929.
954. ZHINKIN (L.) 1932. — La régénération de *Lumbriculus variegatus* après action des rayons X. *Zool Anz.* c. 34-43 ; 6 fig. 1932.
955. ZOGLINA (I.). 1934. — Le spectre mitogénétique physiologique des fibres motrices du sciatique. *Ann. Physiol. et Physicochimie biol.* x; 134-137; 1934.
956. ZUELZER (M.) et PHILIPP (E.). 1925. — Les modifications de l'état colloïdal du contenu cellulaire des protozoaires sous l'action des rayons du radium. *Strahlentherapie* Bd. xx; Hft. 4; 1925; p. 737.
957. ZUPPA (A.) 1934. — Action des rayons X sur la régénération des membres et de la queue du Triton Crété. 1^{er} Congrès Intern. Radiobiol. Venise 1934.
958. ZWERG (H. G.) 1933. — L'action des rayons de Röntgen sur les tumeurs expérimentales. *Strahlentherapie.* Bd. XLVII; Hft. 3; 1933; pg. 485-502.

RECTIFICATIO«. — Les dix numéros manquant entre les deux références successives 550 et 560 ne correspondent pas à un oubli, mais à une erreur de numérotage. Dans le total elles sont compensées par les dix numéros 230 à 240 qui sont en double

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION	11
I. — ACTION DES RADIATIONS SUR LA MITOSE	13
A) ACTION EXCITANTE	15
1. Action excitante des faibles doses. Loi d'Arndt-Schultz	15
2. Rayons mitogénétiques. Effet Gurwitsch	20
a) Production des rayons mitogénétiques	21
b) Détection des rayons mitogénétiques	24
c) Nature et longueur d'onde des rayons mitogénétiques	26
d) Mode d'action	28
e) Infirmité de l'effet Gurwitsch	30
B) ACTION AMITOTIQUE	35
3. Arrêt de la division cellulaire après irradiation	35
4. Loi de Bergonié-Triboudeau	37
5. Radiosensibilité des diverses phases de la mitose	43
6. Action des Radiations sur l'embryogénèse	51
7. Rayons mitogénétiques. Effet Magrou	57
8. Action des Radiations sur la Régénération	59
9. Danger d'irradiation du fœtus in utero	62
III. — ACTION DES RADIATIONS SUR LA CHROMATINE	65
A) ACTION GLOBALE SUR LA CHROMATINE	67
1. Action des radiations sur le noyau	67
2. Agglutination et élimination de chromatine	69
3. Rôle de la chromatine dans la cytodierèse	73
4. Action des Radiations sur la gastrulation	76
5. Effet paradoxal	79
6. Elimination d'un pronucleus par radiations. Parthénogénèse. Gynogénèse. Androgénèse	85
B) ACTION PARTIELLE SUR LES CHROMOSOMES	91
7. Modifications topographiques. Mutations chromosomiques	91
8. Modifications infinitésimales. Mutations factorielles	94
9. Mutations nouvelles provoquées par radiations	98
10. Irradiations préconceptionnelles chez la femme	98
11. Radiations naturelles et mutations naturelles. Radiomutationnisme	100
III. — CONCLUSIONS	103
BIBLIOGRAPHIE	105

En ma qualité de Censeur de
tour, j'ai lu la thèse ayant pour
titre:

« Action des radiations
sur la division cellulaire
et les mutations »
par M. Louis SAGOLS

Je pense que la Faculté peut
en permettre l'impression.

Montpellier, le 15 juillet 1935.

Le Professeur,

PECH.

Vu:

Montpellier, le 15 juillet 1935.

le Doyen,

EUZIERE.

Vu et permis d'imprimer:

Montpellier, le 16 juillet 1935.

Le Recteur,

TAILLIART.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque !

